FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1929

THESE

N° 223

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

par

Jean ALETRU

Né le 1er février 1901, à Rochefort-sur-Mer (Charente-Inférieure)

ETUDE D'UN PROBLÈME D'HYGIÈNE SOCIALE

LA DESTRUCTION DES ORDURES MÉNAGÈRES PAR INCINÉRATION

LES PROCÉDÉS FRANÇAIS

Président: M. L. TANON, Professeur

PARIS

1929

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1929 — N° —

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

par

Jean ALETRU

Né le 1er février 1901, à Rochefort-sur-Mer (Charente-Inférieure)

ETUDE D'UN PROBLÈME D'HYGIÈNE SOCIALE

LA DESTRUCTION DES ORDURES MÉNAGÈRES PAR INCINÉRATION

LES PROCÉDÉS FRANÇAIS

Président : M. L. TANON, Professeur

PARIS

1929

LE DOYEN..... M. ROGER

I. — PROFESSEURS

	MM.
Hydrologie, thérapeutique et climatologie.....	M. VILLARET.
Anatomie	ROUVIÈRE
Anatomie médico-chirurgicale	CUNÉO
Physiologie	ROGER
Physique médicale	STROHL
Chimie organique et chimie générale	DESGREZ
Bactériologie	LEMIERRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT
Pathologie et thérapeutique générales	Marcel LABBÉ
Pathologie médicale	N.....
Pathologie chirurgicale	LECÈNE
Anatomie pathologique	ROUSSY
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène	TANON
Médecine légale	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MÉNÉTRIER
Pathologie expérimentale et comparée	RATHERY.
Clinique médicale	CARNOT. BEZANÇON ACHARD N...
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques ...	GOUGEROT
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER
Clinique chirurgicale	DELBET HARTMANN LEJARS GOSSET
Clinique ophtalmologique	TERRIEN
Clinique urologique	LEGUEU
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE BRINDEAU JEANNIN
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE
Clinique thérapeutique médicale	VAQUEZ
Clinique oto-rhino-laryngologique	SEBILEAU
Clinique thérapeutique chirurgicale	DUVAL
Clinique propédeutique	SERGENT
Professeur sans chaire	BRANCA.
Clinique de la tuberculose	L. BERNARD.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

ABRAMI	Pathologie médicale.
ALAJOUANINE	Neurologie et psychiâtrie.
AUBERTIN	Pathologie médicale.
BASSET	Pathologie chirurgicale.
BAUDOUIN	Pathologie médicale.
BIDET	Physiologie.
BLANCHETIÈRE	Chimie biologique.
BROCQ	Pathologie chirurgicale.
BRULÉ	Pathologie médicale.
CADENAT	Pathologie chirurgicale.
CHABROL	Pathologie médicale.
CHIRAY	Pathologie médicale.
CLERC	Pathologie médicale.
DEBRÉ	Hygiène.
DOGNON	Physique.
DONZELOT	Pathologie médicale.
DUVOIR	Médecine légale.
ÉCALLE	Obstétrique.
FIESSINGER	Pathologie médicale.
GARNIER	Pathologie expérimentale.
GATELLIER	Pathologie chirurgicale.
HARVIER	Pathologie médicale.
LEROUX	Anatomie pathologique.
HEITZ-BOYER	Urologie.
HOVELACQUE	Anatomie.
HUTINEL	Pathologie médicale.
JOYEUX	Parasitologie.
LABBÉ (Henri)	Chimie biologique.
LARDENNOIS	Pathologie chirurgicale.
LEMAITRE	Oto-rhino-laryngologie.
LÉVY-SOLAL	Obstétrique.
LHERMITTE	Pathologie mentale.
LIAN	Pathologie médicale.
MATHIEU	Pathologie chirurgicale.
METZGER	Obstétrique.
MONDOR	Pathologie chirurgicale.
MOURE	Pathologie chirurgicale.
MULON	Histologie.
OLIVIER	Anatomie.
PHILIBERT	Bactériologie.
QUENU	Pathologie chirurgicale.
RICHET Fils	Physiologie.
VALLERY-RADOT (Pasteur)	Pathologie médicale.
VAUDESCAL	Obstétrique.
VELTER	Ophtalmologie.
VERNE	Histologie.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

BUSQUET	Pharmacologie.
GOUGEROT	Pathologie médicale.
GUÉNIOT	Obstétrique.
LEQUEUX	Obstétrique.
NEVEU-LEMAIRE	Parasitologie.
RETTERER	Histologie.
ZIMMERN	Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE

à titre permanent

MM.

ALGLAVE	Clinique chirurgicale.
AUVRAY	Clinique chirurgicale.
CHEVASSU	Clinique chirurgicale.
LAIGNEL-LAVASTINE	Clinique médicale.
LE LORIER	Clinique obstétricale.
LÉRY	Clinique médicale.
MOCQUOT	Clinique médicale.
PROUST	Clinique chirurgicale.
SCHWARTZ	Clinique chirurgicale.

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.

MAUCLAIRE, agrégé	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY	Stomatologie.
CHAILLEY-BERT	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
WEILL-HALLE	Puériculture

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leur auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE ET A MA MERE

En témoignage de ma respectueuse affection et de la reconnaissance que je leur dois.

A LA MEMOIRE DE

MA GRAND'MERE MATERNELLE

MON FRERE ANDRE

MA SŒUR GENEVIEVE RINJONNEAU

A MA NIECE SUZANNE

En témoignage de ma tendre affection.

A TOUS MES PARENTS

A MES AMIS

A MON BEAU-FRERE

EDOUARD RINJONNEAU

Ingénieur civil des Mines

Qui m'a intéressé depuis longtemps au problème de l'incinération, et a grandement facilité ma tâche dans la partie technique de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression sincère de ma très vive gratitude.

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR A. PISSAVY

Médecin de l'Hôpital Cochin

Hommage respectueux et reconnaissant pour la dette que j'ai contractée envers lui.

A LA MEMOIRE DE

GEORGES POGARD, licencié en droit

YVES CLEMENT, étudiant en médecine

Mes camarades d'études
frappés en plein travail.

« Au banquet de la vie infortuné convive,
« J'apparus un jour, et je meurs... »

GILBERT.

A MES MAITRES
DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET DES HOPITAUX DE PARIS

A MES MAITRES
DE L'INSTITUT DE MEDECINE LEGALE
ET DE PSYCHIATRIE

A MESSIEURS LES DOCTEURS
BRODIEZ, GEORGES LAURENT, POCHON,
VILLANDRE

A Monsieur le Professeur Raymond NEVEU

Chef de laboratoire du Service des Epidémies
Préparateur au Collège de France

En remerciement de ses précieux conseils.

A MON PRESIDENT DE THESE,

MONSIEUR LE PROFESSEUR L. TANON

Professeur d'hygiène à la Faculté de Médecine de Paris
Chargé de Cours à l'Institut de Médecine coloniale
Médecin Inspecteur des Epidémies
Chevalier de la Légion d'honneur

En témoignage de très respectueuse gratitude pour le grand honneur qu'il me fait.

AVANT PROPOS

Au début de ce travail, je remercie particulièrement le docteur Arthur Bréchot, auteur de « Collecte, transport, traitement des ordures ménagères, incinération », ouvrage auquel j'ai fait de larges emprunts.

Je remercie également :

la Société CAMIA (Compagnie Auxiliaire des Municipalités pour l'Industrie et l'Assainissement) ;

la Compagnie Générale d'Hygiène ;

la Compagnie Générale des Voiries urbaines ;

la Société SEPIA (Société d'Entreprises Pour l'Industrie et l'Agriculture) ;

qui m'ont documenté sur la technique de l'incinération avec une bonne grâce inégalable.

INTRODUCTION

Il nous a semblé intéressant d'étudier dans une vue d'ensemble comment se pose le problème de l'enlèvement et de la transformation des détritus ménagers.

C'est là une question délicate à résoudre, pour laquelle des solutions complexes ont été envisagées. Le progrès sans cesse croissant crée en effet dans les sociétés humaines des habitudes de sédentarité et de solidarité de plus en plus marquées.

Les exigences sociales qui nous rendent chaque jour plus avides de confort et de bien-être, et aussi celles de l'hygiène, gardienne vigilante de la salubrité publique, sont venues accroître encore les difficultés du problème. Il semble pourtant que celui-ci ne soit pas insoluble.

C'est pourquoi, dans cette étude, après l'exposé des procédés mis en œuvre pour résoudre cette question, nous en ferons la critique et nous essayerons de conclure.

Au fur et à mesure que nous avancerons, nous en examinerons les différents aspects. Tout en insistant sur le côté hygiénique, nous dirons quel-

ques mots du point de vue économique et des possibilités industrielles, sans quoi ce travail restant théorique, risquerait de conduire à des impossibilités pratiques, et serait dès l'abord frappé de stérilité.

PREMIERE PARTIE

Chapitre Ier

DEFINITION

D'une manière générale, et quelle que soit la dénomination employée en différents pays, les ordures ménagères sont constituées :

1° Par les résidus de cuisine, substances animales et végétales éminemment et rapidement putrescibles ;

2° Par les cendres, escarbilles et autres résidus des foyers domestiques, ainsi que par les débris de vaisselle, tous corps minéraux plus encombrants que dangereux ;

3° Par les balayures des appartements, et souvent des cours, balayures qui peuvent contenir (surtout dans les maisons où il y a des malades infectieux) des germes pathogènes ;

4° Par des papiers, bouchons, débris de bois et de caisses d'emballage, etc..., substances combustibles ;

5° Par des objets métalliques, tels que boîtes de conserves, ferraille, etc... ;

6° Enfin par les déchets des petites entreprises industrielles auxquelles on ne peut interdire ce procédé commode d'évacuation.

Le mélange de tout cela se fait bien entendu en proportion variable suivant les jours et les saisons, et plus encore suivant les habitudes des divers pays.

C'est, nous semble-t-il, ainsi qu'on doit entendre le terme d'ordures ménagères. Il limite la conception du sujet, en élimine les déchets industriels. C'est la définition qu'ont adopté d'ailleurs Macé et Imbeaux dans le Traité d'Hygiène de Chantemesse et Mosny.

Le danger que représentent les ordures et immondices des villes de par leur constitution est accru par l'importance de leur volume. Le tonnage des ordures enlevées chaque année dans les grandes villes se traduit par des chiffres véritablement astronomiques. Pour montrer l'importance de cette question, nous relevons dans la plaquette de M. Ch. Girard sur le nettoiement de Paris (1922), que les ordures ménagères, boues et immondices représentent chaque année à Paris, une masse de deux millions de mètres cubes pesant plus de un million de tonnes — dont 800.000 tonnes d'ordures ménagères collectées au droit de chaque habitation, puis transportées aux quatre usines de traitement.

Et le problème s'aggrave du fait que le cube d'ordures ménagères enlevées par le Service Municipal s'accroît sans cesse — et plus rapidement

que ne s'accroît la population, comme le montre le tableau suivant :

Années	Population	Volume annuel	Par habitant
1900	2.630.773	1.084.660 m³	411 litres
1913	2.896.329	1.668.900 »	576 »
1922	2.863.433	1.760.576 »	615 »

En 1915, M. Mazerolle, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, attribuait cette augmentation à des causes diverses, telles que l'accroissement du bien-être et au moindre souci d'économie ménagère dans l'utilisation des déchets, le renouvellement plus fréquent des objets usuels achetés à meilleur compte, mais de moins bonne qualité, la diminution du chiffonnage, et surtout les tolérances de jour en jour plus larges accordées pour l'élimination des déchets industriels et commerciaux.

Ces causes continuent d'agir et l'augmentation du cube annuel de la collecte est de 2 % en moyenne par an.

Chapitre II

LES ORDURES MENAGERES DANS L'HISTOIRE

Il paraît curieux de jeter un regard rétrospectif sur l'historique de cette question. Les os que l'on trouve aujourd'hui dans les cavernes préhistoriques constituent de véritables ordures ménagères fossiles. En les étudiant, les savants y ont découvert les reliefs de repas ainsi que les vestiges des industries des habitants, et ce sont là les assises scientifiques de la paléontologie.

A ces périodes, les problèmes de la collecte et de l'enlèvement des déchets vitaux ne se posaient pas à l'homme préhistorique menant une vie nomade et changeant de caverne lorsque celle-ci était devenue insalubre. Plus tard, par suite du développement de son intelligence, il se créa des besoins nouveaux et il ne lui fut plus possible de se suffire à lui-même. Avec la division du travail, les hommes devinrent solidaires les uns des autres et durent se grouper, puis se fixer sur le bord de la mer ou sur les rives des cours d'eau, qui leur servaient en même temps de voies d'accès et d'égouts. Dès que l'homme bâtit quelque part une habitation, il ne tarde pas à être gêné par les déchets de la vie humaine et animale qui s'y accumulent.

Aussi voyons-nous les civilisations égyptienne, grecque et romaine avoir des habitudes de propreté très caractérisées. L'invasion barbare fit disparaître celles que les Romains avaient introduites en Gaule.

Ce fut sous une accumulation de boues et de détritus que disparut le dallage des voies romaines à Paris, et pendant plus de sept cents ans, jusqu'au XIIe siècle, les habitants qui ignoraient les fosses d'aisances, rejetaient à la rue gravois et ordures où de nombreux animaux domestiques trouvaient leur nourriture. Des eaux infectes coulaient au milieu de ces « chaussées fendues », les matières fécales et les autres immondices étaient projetés par les fenêtres, ce qui était permis à Paris jusqu'à l'ordonnance de 1372, à la condition de prévenir en criant trois fois : Gare l'eau !... C'est dire que les villes étaient dans un état indescriptible de saleté, dont les villes chinoises de nos jours peuvent seules donner une idée. Si bien qu'à ce moment les chroniqueurs n'hésitaient pas à faire dériver le nom aimable de « Lutetia » du substantif latin « lutum » qui signifie : « boue ».

Ce n'est qu'au XIIIe siècle que les Bourgeois de Paris prirent l'habitude de louer en commun un tombereau pour transporter hors la ville les immondices accumulés autour d'eux. Les dépôts ainsi constitués d'immondices et de gravois, partout où se présentait un emplacement convenable, prirent le nom de « Voiries ». C'est à ces voiries consolidées par le temps en buttes ou monticules que l'on doit quelques traits caractéristiques de la configura-

tion du Paris actuel : la pointe Est de la Cité est l'ancienne voirie dite « Motte aux Papelards » (ainsi surnommée parce que les clercs du Chapitre de Notre-Dame prenaient leurs ébats en cet endroit) ; de même que le labyrinthe du Jardin des Plantes cache ce qui fut la « Butte aux Copeaux » et notre Montparnasse lui-même, en dépit de son nom, n'a pas d'autre origine. La butte du boulevard Bonne-Nouvelle est trop connue pour que nous y insistions.

Il y eut, au cours de l'histoire, de nombreuses tentatives d'organisation des voiries, mais malgré les lettres patentes de Charles VI sur les dangers de la peste — qui en 1562 fit à Paris plus de 25.000 victimes —, elles n'eurent toutes que des succès éphémères. Même l'initiative de Sully — Premier Voyer de France — qui imagina de confier le service des voiries à un entrepreneur responsable, déchaina une émeute à laquelle elle ne put survivre, malgré une deuxième tentative analogue en 1621.

Aussi l'état des rues restait d'une malpropreté insigne et Montaigne pouvait écrire : « Le principal « soing que j'aye à me loger, c'est de fuir l'air « puant et pesant. Ces belles villes Venise et Paris « altèrent la faveur que je leur porte par l'aigre « senteur, l'une de son marais, l'autre de sa boue ».

Cependant, le XVIIe siècle vit peu à peu s'améliorer sous la surveillance d'un lieutenant civil chargé de la police du nettoiement, le ramassage et l'évacuation des ordures ménagères. Mais il faut attendre jusqu'au XIXe siècle la gestion des Préfets Haussmann et Poubelle pour constater une réelle

organisation et un véritable souci d'hygiène et de progrès.

C'est à partir de ce moment surtout que furent étudiés et résolus les problèmes de la collecte, du transport et de l'utilisation industrielle des ordures ménagères. Cet ordre chronologique servira de plan dans ce travail au rappel des différentes solutions envisagées.

Chapitre III

COMPOSITION DES ORDURES MENAGERES

Nous avons vu qu'*au point de vue physique*, les gadoues (1) (ce mot étant pris dans le sens d'ordures ménagères) sont surtout formées de matières organiques provenant de l'alimentation, de cendres, papiers, débris de vaisselle et de boîtes métalliques. On admet que la quantité des déchets culinaires proprement dits en forme la septième partie environ. Les gadoues sont donc essentiellement hétérogènes, leur composition variant avec le genre d'alimentation des habitants et les combustibles qu'ils emploient. Elles subissent les influences saisonnières dans la mesure où celles-ci s'exercent sur la nourriture et le chauffage.

Pour donner un exemple de l'influence des habitudes citadines sur la composition des gadoues, disons seulement qu'aux Etats-Unis, les ordures ménagères contiennent une quantité considérable

(1) Dans son dictionnaire, Stappers, considère l'étymologie de « Gadoue », comme douteuse. Il propose de faire dériver ce mot du latin « caduta » (cadere, tomber), d'où la signification de déchet, tout *ce qui tombe* au rebut. L'auteur rappelle d'autre part qu'en langue wallonne, « Godau » signifie purin, jus de fumier.

de papiers provenant de journaux et revues que les Américains lisent en grand nombre.

On sait d'autre part l'extension de leur publicité qui donne à toutes leurs publications tant quotidienne que périodique, un volume considérable. Les journaux paraissent toujours sur vingt-quatre pages au minimum.

Même sans contenir une pareille quantité de papiers, les ordures ménagères sont essentiellement combustibles et il arrive même que, la fermentation aidant, elles entrent spontanément en combustion lorsqu'elles sont rassemblées en tas.

Au point de vue chimique, la composition varie suivant les mêmes influences et il est très difficile de donner des chiffres moyens. Néanmoins, voici une analyse récente :

Eau	27 % à 19 %
Composants minéraux ...	60 % à 70 %
Acide phosphorique	0,50 %
Calcaire	7,50 %
Potasse	0,40 %
Azote	0,48 à 0,37 %

Ces chiffres se rapprochent partiellement de ceux trouvés par M. Damour au cours des analyses qu'il a pratiquées à Paris, en 1908.

La *présence des bactéries,* agents de propagation des maladies infectieuses, caractérise les dangers que les ordures font courir à la santé publique. Dans leurs travaux, Ferrand, Kelst, et d'autres auteurs ont mis en évidence dans le contenu des

boîtes à ordures des maisons où se trouvent des malades contagieux, des germes virulents de tuberculose, de diphtérie et différents produits de desquamation. Ils ont vu d'autre part que dans ce milieu, les germes conservaient leur virulence un certain temps : quarante jours pour le bacille du charbon, vingt jours pour le paratyphique B, quatorze pour le bacille dysentérique, 24 heures seulement pour celui du choléra. Il semblerait que cette virulence puisse voir sa durée exceptionnellement prolongée, puisque le Docteur Weyl, cité par le Docteur Lamarque de Bordeaux, nous indique que « le quar-
« tier nord de la Ville de Copenhague fut ravagé
« par une épidémie de choléra ; l'enquête menée
« par la Commission d'hygiène démontra que cette
« partie de la ville était bâtie sur un remblai formé
« de balayures de rues et de gadoues, et que, mal-
« gré son ancienneté remontant à 250 ans, ce rem-
« blai renfermait dans la masse des quantités de
« matières organiques qui se trouvaient en pleine
« décomposition. On expliqua l'épidémie par le fait
« que ce magma en putréfaction était un excellent
« milieu de conservation des microbes reprenant
« à ce moment leur virulence, jusqu'alors atté-
« nuée. »

En résumé, la composition des ordures ménagères est très variable. Les gadoues peuvent contenir des germes nocifs, et mises en dépôts, elles font courir des risques d'incendie et des risques de contagion.

Chapitre IV

LA COLLECTE

Certaines agglomérations ont, de par leur situation géographique, des facilités toutes particulières pour se débarrasser des matières usées, solides et liquides. Au bord de la mer, nombre de villes déversent chaque jour les ordures aux extrémités du havre. Les grandes villes ayant à se débarrasser d'un énorme volume de gadoues doivent prévoir une véritable flotte de gabarres pour déverser chaque jour ces résidus au large. Semblable coutume n'est pas sans inconvénient : par gros temps, les gabarres ne pouvant prendre la mer deviennent incommodantes par les odeurs dégagées dans le port : durant ces jours, les ordures s'accumulent en ville. Enfin, une partie des gadoues, de faible densité, surnage et les fortes marées les ramènent au rivage. Semblable fait se produisant dans une station balnéaire ou climatique n'est pas sans nuire à l'esthétique de la plage. A Nice, la baie des Anges fut parfois souillée par suite de ce phénomène regrettable.

D'autres villes, bâties au flanc de montagne profitent du ruissellement des eaux sur une forte

pente pour entraîner vers le plus prochain torrent les détritus de toutes sortes. A Briançon, les principales rues sont parcourues suivant leur axe par les « gargouilles », canaux à pente rapide où l'eau coule continuellement avec assez de vitesse pour entraîner tout ce que l'on y déverse. Rappelons enfin qu'avant la guerre, à Constantinople, c'était à un troupeau de chiens errants qu'était dévolue la tâche de faire disparaître les ordures ménagères abandonnées sur la voie publique.

Pour insuffisantes que puissent paraître de telles solutions du problème, elles sont pourtant supérieures au procédé qui consiste à ne rien prévoir du tout et à abandonner à la destruction lente sur la voie publique les détritus provenant des maisons riveraines. C'est pourtant ce système qui a été appliqué jusqu'à nos jours dans un trop grand nombre de villes.

A l'heure actuelle, les conditions dans lesquelles s'effectue la collecte varient suivant les habitudes locales et l'importance des villes.

Dans les petites agglomérations, les débris sont déposés durant toute la longueur du jour dans la rue, rassemblés en petits tas et le service municipal vient les enlever une fois par jour, en général dans la matinée. On voit de suite les inconvénients que présentent pareilles coutumes : ce sont les chiens qui dans la journée éparpillent ces ordures en y cherchant leur nourriture, et au cours de la nuit, les rats viennent y fouiller à leur tour.. D'autre part, ces détritus sont dispersés par le vent, créateurs de boue pendant les pluies d'hiver, dégagent des odeurs

pestilentielles et sont couverts de nuées de mouches au cours de l'été ; ils sont enfin inesthétiques en toute saison.

Aussi, dans les villes de quelque importance, semblable pratique est proscrite et les ordures doivent être déposées dans des récipients. Ceux-ci doivent permettre de recueillir les ordures au fur et à mesure de leur production, les préserver de tout contact étranger (mouches, chiens, rats, etc.) jusqu'au moment de leur transport sur le véhicule collecteur, et d'autre part permettre un déversement facile et rapide.

A Paris, le Préfet Poubelle, par une ordonnance en date du 7 mars 1884, institua les boîtes dites récipients d'immeubles, auxquels son nom est resté attaché. Malheureusement cette boîte était sans couvercle. Une réglementation plus précise a été faite par le Conseil Municipal par une délibération en date du 30 décembre 1921, reprise par l'arrêté préfectoral du 23 septembre 1926.

Sans rapporter *in extenso* les différents articles de cet arrêté, soulignons-en seulement certains passages :

« Le dépôt de ces récipients sera effectué un quart d'heure « au moins et une heure au plus avant l'heure réglementaire « de l'enlèvement.

« Les récipients seront remisés à l'intérieur des immeu- « bles un quart d'heure au plus après le passage des tombe- « reaux d'enlèvement. »

« L'heure du début de la collecte des ordures ménagères « est fixée à 6 h. 30 du matin pour l'ensemble de Paris. »

« Les récipients communs seront munis d'un couvercle, « ils seront tenus fermés à l'intérieur des immeubles.

« Le récipient sera tout en métal galvanisé et composé

« d'un récipient étanche et d'un couvercle. La capacité sera « de 25, 50 ou 75 litres. Le poids, pour la boîte vide munie « de son couvercle, ne dépassera pas 18 kilogrammes.

« Il est interdit aux chiffonniers de répandre les ordures « sur la voie publique, ils pourront effectuer le triage sur une « toile, mais ils devront remettre ensuite les ordures dans les « récipients. »

Dès 1906, au Congrès International d'Assainissement et d'Hygiène, tenu à Genève, le Docteur Arthur Bréchot demanda l'interdiction absolue du chiffonnage dans les récipients déposés sur les trottoirs ; l'emploi obligatoire de récipients couverts pour recevoir les ordures dans chaque immeuble, et le transport des boîtes pleines à l'usine ou tout au moins l'enlèvement de ces ordures dans les voitures garantissant contre les envolées de poussières pendant la collecte et évitant la chute des ordures sur le sol pendant le transport.

Pour supprimer le chiffonnage, le procédé de la « tripartition » a été proposé et imposé aux habitants de nombreuses villes d'Amérique, et même en Europe. Suivant cette solution, il y a dans chaque immeuble trois boîtes fermées. Une reçoit les cendres, les balayures des maisons et des cours. La deuxième les restes d'aliments et en général toutes matières fermentescibles. La troisième les débris de vaisselle, fers, bois, papiers. Le procédé pourrait facilement être simplifié en réduisant la répartition à deux récipients : dans l'un les matières incombustibles et tout le reste dans l'autre. Mais ce sont là précisément des matières très putrescibles et comme dans ce cas la collecte ne saurait être quotidienne, la fermentation avec tous ses inconvé-

nients commence à la maison même. D'autre part, ce système séparatif, loin de diminuer la manipulation des ordures, nécessite leur triage dans chaque immeuble par les usagers. Ce sont là de graves critiques faites à la collecte séparative.

Dans son ouvrage sur les ordures ménagères, le Docteur Bréchot nous apprend qu'à Londres, la méthode de triage des ordures a donné lieu à un procès au cours duquel on a prouvé que des germes des matières organiques s'étaient introduits à l'intérieur des salles de l'hôpital Sainte-Marie, causant des maux de gorge dans le personnel hospitalier et nuisant à la guérison des plaies des blessés.

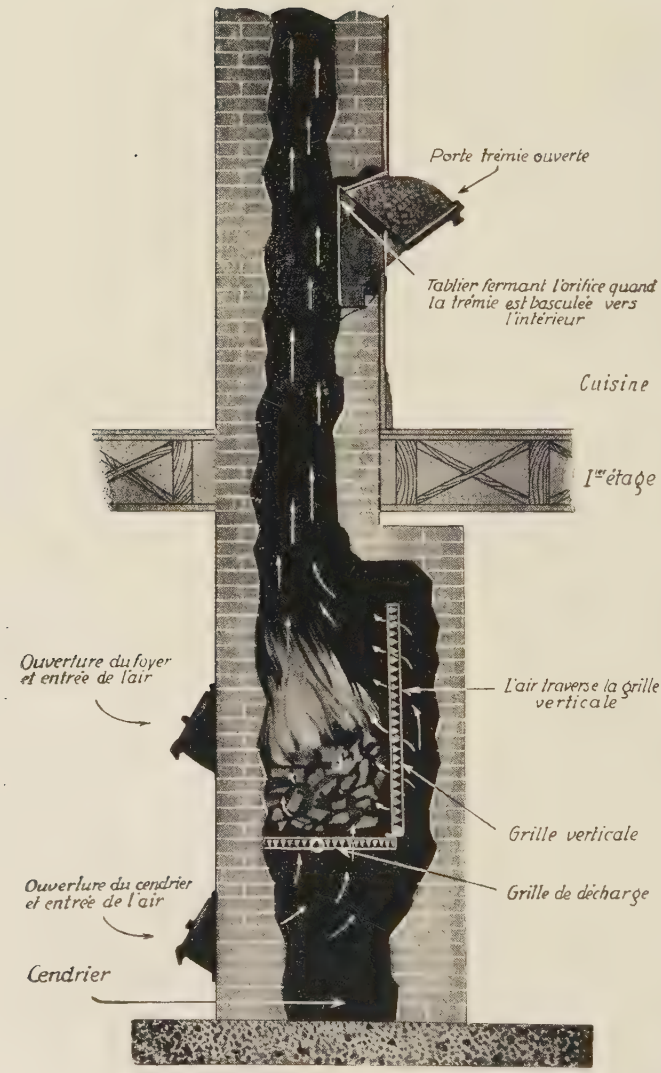
Il ne semble donc pas que ce soit là une solution intéressante du triage ni du chiffonnage. On verra d'ailleurs plus loin que le premier est nécessaire dans maintes transformations des gadoues et qu'en fait les Pouvoirs publics n'ont pu aboutir à supprimer le second. Cette question sera étudiée plus loin avec quelques détails.

Qu'il y ait des poubelles ou non, que les citadins en soient encore à la coutume de déposer les gadoues à même le sol, au droit des maisons, de toute façon un service municipal intervient pour les enlever, en vertu de la loi votée le 14 mars 1919 par le Parlement, et complétée par celle du 19 juillet 1924. Elle impose aux villes d'établir « un programme déterminant les servitudes hygiéniques... ainsi que les prévisions concernant la distribution d'eau potable, le réseau d'égouts, l'évacuation et la destination finale des matières usées. »

A Paris, la ville a abandonné ses 1.500 chevaux et ses 730 grands tombereaux de 6 m³ toujours découverts, ou recouverts dès la fin de la collecte, d'une bâche trop souvent en mauvais état, et qui traçaient leur passage par les débris, que les trépidations laissaient tomber. Aujourd'hui la ville emploie des camions automobiles couverts d'une capacité de 9 m³, à basculement, permettant le déchargement par glissement des matières les plus adhérentes. Le principal avantage de ces camions provient de leur grande capacité, qui permet de réduire les équipes de chargement et déchargement et de diminuer le poids mort des véhicules par rapport au cube transporté. Mais leur encombrement limite leur emploi aux villes dotées d'un réseau de voies larges.

Ces voitures sont à Paris au nombre d'un millier. Chacune parcourt chaque matin un réseau de rues correspondant à 120 immeubles et est accompagnée de 4 ouvriers, dont 2 sont des cantonniers — dits chargeurs, qui vident les boîtes dans la voiture. Un chiffonnier se trouve sur la voiture ; il vide les boîtes, étale les ordures et enlève ce qui a le plus de valeur. L'autre cantonnier balaie et pousse dans le caniveau les ordures tombées. Le chauffeur s'occupe exclusivement de sa machine.

Bien que le rebord de ces voitures ne soit qu'à 1 m. 50 du sol, le travail des chargeurs est très pénible. On peut éviter la dissémination des poussières en utilisant, comme dans différentes villes de France et à l'étranger, des voitures et des boîtes s'adaptant l'une à l'autre. Les ordures doivent être placées dans



L'incinérateur d'immeuble
de la Compagnie Générale d'Hygiène
Vue de la Grille

des boîtes d'un modèle spécial ; elles sont fermées par un couvercle à coulisse. Pour les vider, on les renverse sans les ouvrir, sur le bord antérieur de la caisse de la voiture, et on pousse les boîtes d'avant en arrière. Boîte et caisse s'ouvrent simultanément et se referment de même quand on fait le mouvement inverse qui libère la boîte. Par ce procédé, les ordures sont constamment en vase clos, mais il est onéreux, nécessitant des boîtes d'un modèle un peu complexe, que la moindre déformation rend vite inutilisables.

Un autre procédé, utilisé à l'étranger et aussi en France dans différentes villes consiste à faire la collecte au moyen de récipients apportés vides chaque jour par le service et repris pleins le lendemain, pour être vidés, nettoyés, voire même réparés à la station centrale. Ce procédé est assez onéreux à cause des transports sous un gros volume, du fait des manutentions multiples et aussi parce qu'il nécessite l'achat de 3 récipients par immeuble : celui que l'on apporte vide, celui que l'on emporte plein et un autre en réserve pour le cas où des réparations seraient nécessaires. Par contre, un pareil procédé présente de grands avantages au point de vue de l'hygiène.

Dans ce résumé des questions soulevées par la collecte et le transport des ordures ménagères, on a le droit d'être surpris par le nombre des solutions proposées et l'ingéniosité des chercheurs. C'est que le problème en vaut la peine. Rappelons que 800.000 tonnes de gadoues sont transportées annuellement aux quatre usines de traitement de la

Ville de Paris et que cette collecte qui a lieu sur un réseau de plus de 1.000 kilomètres a coûté en 1925 une trentaine de millions de francs.

On a donc proposé des solutions d'un ordre tout différent qui, au moins dans l'esprit des inventeurs, devaient être inattaquables au point de vue de l'hygiène et moins onéreuses au simple point de vue économique, ce qui a aussi son importance pratique.

M. Gandillon a proposé en 1925 au Congrès de l'Association générale des Hygiénistes et techniciens municipaux d'évacuer les ordures ménagères par voie humide. Les ordures ménagères sont projetées dès l'appartement dans un vidoir et entraînées par une chasse d'eau grâce à la pente qui ne doit pas être inférieure à 5 centimètres par mètre. Elles arrivent ainsi dans un poste de collecte placé sous la voie publique et desservant un groupe d'habitations. Un trop-plein amène les eaux usées du poste de collecte dans le réseau d'égouts, tandis que les ordures ménagères s'accumulent et seront extraites ultérieurement, par une tonne automobile. Cette tonne est divisée en deux parties par une cloison grillagée. A mesure que le mélange d'ordures et d'eau monte par aspiration dans l'un des compartiments, l'eau passe à travers la cloison et retourne à l'égout.

Ce système présente des avantages théoriques réels, mais dans la pratique il exige une canalisation compliquée, des quantités d'eau considérables ; de plus, il est nécessaire de broyer les ordures ménagères

dans chaque appartement pour les réduire à la dimension convenable et éviter leur stagnation dans les tuyauteries ; enfin, par suite de l'impossibilité de munir les vidoirs de siphon, des odeurs intolérables s'en échappent par intermittence. Les canalisations de ce système d'évacuation contenant à la fois des ordures ménagères et de l'eau pourraient devenir un milieu des plus favorables à la pullulation des rats.

On a d'autre part proposé l'évacuation rapide des ordures ménagères hors des appartements en construisant une gaine descendant du haut en bas du bâtiment et communiquant avec la cuisine de chaque étage par un guichet. Au bas de cette gaine, la poubelle d'immeuble s'emplissait ainsi directement sans que les habitants aient à transporter chaque jour les déchets. Mais de graves critiques ont été faites à ce système : une partie des déchets restent accrochés aux parois de la gaine et y entrent en putréfaction. Le tirage dans la gaine étant insuffisant, des odeurs infectes sont par suite répandues dans les appartements par les volets qui n'assurent pas longtemps une fermeture hermétique.

Une variante de ce procédé, mais qui en constitue une notable amélioration, consiste à installer une chambre de combustion en briques réfractaires, dans le sous-sol de l'immeuble, à la partie inférieure d'une semblable gaine que l'on surmonte d'une cheminée pour améliorer le tirage. Dans la chambre de combustion est situé un ensemble de grilles solides et un conduit de fumée secondaire, permettant de contrôler le tirage et d'assurer une combustion complète de tous les déchets. De petites portes à bas-

cule formant vidoirs, sont placées à tous les étages. La cheminée sert de chute pour les détritus mis dans le vidoir et permet en même temps le tirage pendant la combustion. Les déchets hétéroclites dont on se débarrasse dans les vidoirs, combustibles ou non, imprégnés d'eau ou à l'état de siccité, tombent par la cheminée sur les grilles de l'incinérateur où ils se rassemblent en tas peu compacts permettant à l'air de circuler à travers ces résidus et de les sécher partiellement entre deux allumages. Certains déchets peuvent ne pas être consumés à la première combustion, mais ils sont séchés, stérilisés, à moitié carbonisés et servent de combustible la fois suivante. Après plusieurs allumages, les cendres, ainsi que les boîtes de conserves et autres détritus incombustibles sont basculés dans le cendrier situé au-dessous de la chambre de combustion. Ces cendres doivent être enlevées de temps à autre.

En examinant de près cet appareil, on lui trouve de grands avantages. Pas de manipulations des ordures. Il faut seulement procéder à l'enlèvement des cendres, par définition stérile. La suie qui couvre les parois de la gaine empêche les déchets d'y adhérer au passage. Enfin, l'aération est suffisante puisque loin de constater des émanations malodorantes par les postes vidoirs dans les appartements, il s'y produit au contraire un appel d'air. Mais il est évident que ces appareils ne peuvent guère être installés que dans des immeubles neufs et importants dans l'architecture desquels on devra les prévoir.

Il existe plusieurs de ces *incinérateurs mena-*

gers dans la banlieue parisienne, à Neuilly, où il nous a été possible de les voir fonctionner.

Leur principal intérêt est de provoquer la suppression de la poubelle d'immeuble. Et si l'on imagine dans la cité future dont l'étude est à l'ordre du jour chez les urbanistes contemporains, des groupes d'immeubles pourvus de cet appareil, il semble que ce soit là la solution du problème de la collecte des ordures ménagères, réduite en pareil cas à l'enlèvement de quelques mètres cubes de cendres stériles pour toute une rue.

Malheureusement, ceci ne peut être envisagé que pour l'avenir et nous devons nous occuper de ce que deviennent à l'heure actuelle les ordures ménagères collectées dans les stations centrales : ce sera le sujet des prochains chapitres.

DEUXIEME PARTIE

Chapitre I

LA TRANSFORMATION DES ORDURES MENAGERES

Une fois collectées, il s'agit de se débarasser des gadoues, en tenant compte de deux directives, l'une hygiénique et l'autre économique. C'est pour n'avoir pas compris l'intérêt primordial de la première que la plupart des villes n'ont jusqu'à présent envisagé que des solutions économiques. Une réaction due à l'heureuse influence des hygiénistes est commencée depuis la fin du siècle dernier et nous verrons qu'à l'heure actuelle les ingénieurs se sont associés aux médecins pour mettre sur pied des solutions satisfaisant aux deux critères ci-dessus indiqués.

Continuant à respecter dans cette étude l'ordre chronologique, nous envisagerons successivement

ces diverses transformations des ordures ménagères

— La mise en dépôt.

— Le remblayage et la fertilisation des terrains incultes.

— Le jet à la mer.

— L'utilisation agricole.

— L'extraction de graisses ou de gaz.

— L'incinération.

Chapitre II

MISE EN DÉPOT DES ORDURES MÉNAGÈRES

Un procédé fréquemment employé consiste à déposer simplement les matières dans un terrain vague. Cette manière de faire présente de graves inconvénients. Comme il est très coûteux de véhiculer les ordures assez loin à cause des frais de transport, on se trouve finalement amené à avoir un dépôt perpétuel aux portes mêmes de la ville. D'où inconvénients multiples.

Les insectes piqueurs, attirés par les odeurs de ces matières en fermentation, vont en masse s'y infecter et provoquent ensuite par leur piqûre des accidents sérieux. Les mouches, en se posant sur les aliments ou les divers ustensiles culinaires, après s'être promenées sur les dépôts d'ordures, constituent un grave danger, car elles véhiculent ainsi en tous lieux les microbes pathogènes redoutables. Les rats qui affectionnent particulièrement ces dépôts constituent un puissant moyen de contamination tant par eux-mêmes que par les puces dont ils sont porteurs.

Quand la ville s'agrandit, des maisons se construisent sur la périphérie et jusque sur l'emplacement des anciens dépôts et ceci n'est pas sans danger. Des statistiques effectuées en Allemagne, il résulte que la mortalité générale est augmentée de 13 %

dans les maisons construites sur d'anciens dépôts d'ordures ménagères.

En étudiant la composition bactériologique des gadoues, nous avons vu qu'une épidémie de choléra avait sévi à Copenhague dans un quartier construit sur un ancien dépôt d'ordures ménagères dont les couches profondes en pleine putréfaction contenaient de véritables cultures de bacilles virulents.

Il est évident que ces bacilles peuvent être charriés par les courants d'eau souterrains et venir contaminer les nappes aquifères.

D'autre part la putréfaction provoque la formation de gaz toxiques et l'on cite un accident mortel survenu il y a quelques années à Courbevoie dans un puits destiné à recevoir une fondation de béton et creusé dans un remblai ancien, ainsi constitué, accident dû au dégagement de gaz carbonique.

Enfin, il ne faut pas oublier que les ordures ménagères sont très facilement combustibles et les cas sont nombreux d'incendies couvant des mois, voire des années, dans les dépôts d'immondices.

Ces dépôts sont rangés dans la première classe des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, avec comme inconvénient spécifié : « odeurs ».

En prenant de nombreuses précautions, M. de Montricher est parvenu à rendre utilisable la plaine infertile de la Crau, en y amenant les gadoues de la ville de Marseille. On voit donc que le procédé ne doit pas être condamné sans appel, mais cependant, sauf dans des cas particuliers comme celui-ci, semblable solution du problème doit être rejetée.

Chapitre III

LE JET A LA MER

Nous avons vu que pour les villes situées sur le littoral, il paraissait facile de se débarrasser des gadoues en les rejetant à la mer. C'est qu'en effet aucune préparation n'est nécessaire pour utiliser ce procédé : ce sont les ordures brutes de la collecte qui peuvent être immergées. Par contre, cela coûte fort cher et il n'y a aucune récupération de possible. Il faut de plus que les courants marins ne ramènent pas les ordures au rivage, mais les entraînent vers la haute mer. Quelques précautions que l'on prenne, les calculs se trouvent en défaut sous l'influence de certaines variations atmosphériques et nous avons dit qu'il était arrivé parfois à Nice que les détritus fussent ramenés vers la promenade des Anglais, bien que le jet se fît à 8 kilomètres du rivage.

Enfin, on a été jusqu'à envisager la pollution de l'eau d'une crique par les gadoues. Le Docteur Wilfrid Post, directeur médical du Secours Américain en Orient, écrivait en 1923 : « L'état sanitaire « de Constantinople est une honte et constitue pour « le monde un sérieux danger de contagion. Les or- « dures versées à la mer par les navires vont conta-

« miner les poissons qui à leur tour, servent de « nourriture à la population. Les pêcheurs contrac- « tent l'infection en maniant le poisson. »

A Toulon, on pouvait encore voir avant la guerre de 1914 une voiture métallique, sorte de tonneau, assujetti sur un camion tiré par un cheval. Dans cette voiture qui circulait dans les rues chaque matin, les ménagères versaient les eaux sales. A cause sans doute de l'odeur émanant de ce véhicule les habitants l'appelait le « torpilleur ». Nous citons ceci à titre de curiosité, car il s'agit plutôt dans ce cas d'eaux usées que de gadoues.

Chapitre IV

L'UTILISATION AGRICOLE

De par leur constitution chimique, les gadoues contenant azote, phosphates, chaux et potasse peuvent servir d'engrais. Comme elles contiennent d'autre part une quantité importante de cellulose, elles contribueront à fournir de l'humus aux terrains sur lesquels elles seront répandues.

On utilise les ordures ménagères dans deux conditions différentes, suivant qu'elles sont fraîches ou fermentées. La gadoue verte et brute de la collecte a subi un triage préalable pour éliminer les débris de verre, les ferrailles, qui blesseraient les pieds des animaux de labour, au cours de l'enfouissage.

La gadoue noire est restée entreposée pendant de longs mois, voire même des années; durant ce laps de temps elle a fermenté et n'a plus besoin d'être enfouie dans le sol : on se contente de la répandre comme couverture. Au cours de la fermentation, la gadoue diminue notablement de volume : elle devient donc plus riche en produits fertilisants que la gadoue verte, aussi est-elle davantage prisée des agriculteurs. D'ailleurs la production urbaine des gadoues étant continue et l'utilisation agricole intermittente, la mise en dépôt est toujours nécessaire. On voit de

suite un inconvénient de cette méthode. Et si cette mise en dépôt ne peut se faire sur les lieux d'utilisation, les frais de manutention grèvent lourdement l'entreprise.

Les ordures des villes contiennent près de 30 % de matières organiques putrescibles. D'après M. de Montricher, ingénieur de la ville de Marseille, elles entrent en fermentation dans les 24 heures qui suivent la collecte.

La teneur des ordures en éléments fertilisants est équivalente sensiblement à celle du fumier de ferme. Pourtant il est difficile de la chiffrer, car elle varie beaucoup avec la saison et avec la ville considérée. Il y a peu d'années encore, la valeur comme engrais des gadoues de Marseille était supérieure, à cause de la proportion des matières fécales qu'elles renfermaient.

MM. Muntz et Girard donnent les compositions suivantes pour deux échantillons de gadoues noires provenant l'un (A) d'un dépôt âgé de 6 mois de gadoues du XIVe arrondissement, l'autre (B) d'un dépôt âgé de 6 mois également de gadoues du 1er arrondissement de Paris.

	Gadoue verte	Gadoues noires A	Gadoues noires B
Azote	0,57	0,67	0,57
Ac. phosphorique	0,20	0,30	0,24
Potasse	0,17	0,20	0,12
Chaux	0,02	0,04	0,03
Total	0,96	1,21	0,97

Ces chiffres sont sensiblement les mêmes que ceux d'une analyse des principes fertilisants du fumier de ferme. Mais les auteurs font remarquer « qu'on doit tenir compte de l'encombrement des « matières, des frais relativement considérables de « transport et de l'utilisation plus ou moins rapide « par la végétation » tant et si bien que l'expérience a appris aux agriculteurs de la Beauce à considérer qu'*une tonne* de fumier vaut *deux tonnes* de gadoues.

Les gadoues d'été sont préférées des agriculteurs à celles d'hiver parce qu'elles ne contiennent que peu de cendres, mais par contre des débris végétaux en abondance.

Comme les gadoues noires ont une plus grande valeur, la fermentation les ayant transformées en terreau, on a cherché à accélérer la transformation et la fermentation des ordures, tout en évitant les inconvénients des dépôts à l'air libre.

En Italie, le Docteur Beccari a imaginé un système de chambres de fermentation ou cellules *zymothermiques* en maçonnerie de 20 m³ de capacité où la fermentation se produit en vase clos. Un drain à la partie inférieure permet d'introduire l'air nécessaire et à collecter les liquides provenant de l'arrosage fait au début de l'opération. Le chargement se fait par des ouvertures ménagées dans le plancher supérieur, une tourelle centrale avec cloisons en chicanes sert à l'évacuation des gaz. Les ordures placées dans ces chambres se transforment en 40 à 50 jours en matière homogène, sans odeur, de manipulation facile. Cette transformation est accompagnée d'une élévation de la température allant jusqu'à 75 degrés

et dégage des vapeurs ammoniacales que l'on fixe en plaçant sur la tourelle de la terre, du plâtre ou de la braise humidifiée par de l'acide sulfurique. Au début de l'opération, on arrose avec du purin.

Ce système prend un grand développement en Italie et surtout à Florence, dont l'installation comporte actuellement 204 cellules. Cette dernière ville classe les engrais ainsi produits en 3 catégories qu'elle revend de 80 à 40 lires la tonne.

Selon le Professeur Gasperini, directeur de l'Office d'Hygiène de Florence, la disparition du colibacille aurait lieu dans les cellules Beccari entre le 10e et le 15e jour, la bactéridie charbonneuse au bout de 21 jours. Il en serait de même des parasites, comme ceux nuisibles à l'agriculture. Par contre, les micro-organismes, facilitant l'assimilation de la potasse et des phosphates, se développeraient dans ce milieu.

On pourrait augmenter encore la teneur fertilisante du terreau Beccari par des criblages multiples et l'addition de certaines matières, mais ceci nuirait à la simplicité du procédé et augmenterait notablement le prix de revient du terreau.

La critique du procédé insiste sur la nécessité d'un triage préalable éliminant jusqu'à 50 % des gadoues ; on doit donc disposer d'un autre moyen pour se débarrasser d'un déchet aussi considérable. Le triage à lui seul est un grave reproche à faire à ce procédé, mais il est nécessaire quand on utilise la gadoue comme engrais et nous y reviendrons ultérieurement.

En France, pour faciliter, la vente des gadoues

comme engrais, on a pratiqué trois opérations successives : le triage, le broyage et le criblage. On obtient de la sorte une poudre fine, susceptible d'être répandue sur les terrains de culture. Là aussi il y a un gros résidu atteignant 60 % du volume initial.

Aussi dans les usines de transformation des gadoues parisiennes en engrais, d'autres usines d'incinération de ces déchets étaient-elles nécessaires.

Pendant longtemps, la plupart des villes ont utilisé leurs gadoues à des fins agricoles. Dans certaines régions maraîchères, l'opération était même intéressante pour la ville. Aujourd'hui, la situation est tout à l'opposé. L'opération est onéreuse pour la ville et même dans ces conditions, elle ne trouve pas toujours preneur. Les raisons d'un pareil changement sont profondes et multiples.

Citons la facilité de se procurer des engrais chimiques bien adaptés au terrain à fertiliser ; les odeurs vraiment insupportables dégagées par la gadoue verte dans les banlieues des villes où les citadins sont de plus en plus amenés à avoir des villas. De plus, les inconvénients de la mise en tas pour obtenir de la gadoue noire, amenèrent les municipalités suburbaines à intervenir pour réglementer d'une façon si draconienne le transport et le dépôt des gadoues, que ce fut en fait l'interdiction d'utiliser les ordures ménagères comme engrais.

Faut-il regretter un pareil état de choses ? Nous ne le croyons pas parce que tous les procédés de traitement des gadoues en vue de la transformation en engrais impliquaient un triage préalable :

ainsi que le chiffonnage, ces deux opérations doivent être interdites au nom de l'hygiène.

Dans les différents systèmes d'utilisation ou de destruction des ordures ménagères jusqu'à présent examinés, celles-ci sont toujours l'objet d'un triage préalable, soit que certains objets présentent une valeur marchande réelle, soit que beaucoup d'autres doivent être éliminés pour ne pas gêner le traitement ultérieur. A Paris, les chiffonniers ont toute liberté pour intervenir ; aussi les gadoues y sont-elles soumises à quatre tris successifs. Le premier est pratiqué par le chiffonnier qui sort les boîtes des immeubles, avec l'autorisation des concierges. Avant que la collecte ne soit faite, un autre chiffonnier passe, quelquefois plusieurs. Sur la voiture même, un nouveau chiffonnier répartit les ordures, se livrant à un troisième tri : enfin le quatrième est pratiqué à l'usine même où les chiffonniers sont autorisés à entrer.

Il est fort curieux de constater l'ingérence de cette corporation dans tout ce qui touche à la question des ordures ménagères. Chaque fois qu'une modification est apportée aux habitudes et aux arrêtés municipaux, un article est prévu pour envisager le sort des représentants de ladite corporation après les modifications proposées. Rappelons pour exemple que dans l'arrêté préfectoral cité plus haut, on relève la phrase suivante :

« Il est interdit aux chiffonniers de répandre les ordures « sur la voie publique, ils pourront effectuer le triage sur « une toile, mais ils devront remettre ensuite les ordures « dans les récipients. »

Curieuse corporation en vérité que celle de ces chiffonniers avec laquelle doivent compter les Pouvoirs publics, qui sait leur tenir tête, ne craint pas à l'occasion d'opposer son veto aux décisions qu'ils prennent, et dont la situation inattaquable est caractérisée par le fait qu'elle a su résister à tous les régimes gouvernementaux depuis l'origine même de Lutèce ! Quelle autre corporation pourrait s'enorgueillir d'un pareil fait ?

Car enfin l'opération n'est pas sans danger ni pour les chiffonniers, ni pour les citadins. Il y a des années que la section d'hygiène de l'Académie de Médecine, saisie de cette question, après un rapport de M. Wurtz et une longue discussion, a émis le vœu suivant :

« Que par mesure de salubrité publique le chiffonnage « soit supprimé à Paris et dans sa banlieue, aussi bien dans « les cours que sur les voies publiques.

« Les manipulations du triage des ordures ménagères « devront être faites uniquement à l'intérieur des usines de « broyage et d'incinération de la Ville.

« Les boîtes à ordures (poubelles) et les tombereaux d'en- « lèvement devront être hermétiquement clos.

« L'enlèvement devra être fait de façon qu'aucune ordure « ni poussière ne puissent être dissiménées dans les rues et « dans l'atmosphère. »

D'autre part, en 1910, au Congrès tenu à Lille par l'Association française pour l'avancement des sciences, le Docteur Pottevin a soutenu et prouvé :

« Que si l'opération du triage peut être rémunératrice, « elle est tolérée seulement pour ménager les intérêts des « chiffonniers, mais qu'elle entraîne pour le personnel des « dangers tels, qu'un hygiéniste ne peut l'envisager qu'avec « une extrême méfiance. »

Remarquons d'ailleurs que les résidus prélevés

par les chiffonniers sont rassemblés en vrac dans leurs dépôts avant d'être répartis par catégories pour la vente. Ces dépôts de matières partiellement putrescibles constituées à la périphérie des agglomérations, sont des greniers d'abondance réapprovisionnés chaque jour à l'usage de légions de rats : c'est là un des plus graves reproches que l'on puisse faire à la pratique du chiffonnage.

Dans certaines villes, on a essayé des procédés mécaniques de triage.

Le triage mécanique à sec se fait dans un cylindre à claire-voie d'où une partie des gadoues tombe sur une bande mobile le long de laquelle le triage est achevé à la main. On voit que ce procédé ne répond en aucune manière aux exigences de l'hygiène et n'empêche pas la diffusion des poussières.

Le triage mécanique sous l'eau serait plus intéressant. Il est fondé sur une différence de densité des ordures. Mais il exige un matériel complexe dont le fonctionnement est onéreux. De plus, au sortir de ces appareils, les gadoues chargées d'eau sont d'une utilisation difficile.

La condamnation ainsi légitimée du triage et du chiffonnage implique donc l'élimination des procédés de transformation des gadoues à la base desquels on trouve ces pratiques. D'ailleurs l'utilisation agricole des gadoues se défend mal devant cette série de faits :

— La production des gadoues est quotidienne alors que l'utilisation agricole est en général bisannuelle ;

— Une tonne de fumier équivaut à deux tonnes de gadoues ;

— Les gadoues contiennent, malgré les triages, des débris de poteries et des ferrailles dangereuses pour les animaux de labour et nuisibles pour les instruments aratoires ;

— Cet engrais est plus malodorant que le fumier, et par suite que les engrais chimiques.

C'est là, avec le triage, une condamnation sans appel de l'utilisation agricole des gadoues.

Avant d'en arriver à la seule solution acceptable à l'heure actuelle, rappelons en quelques mots deux procédés de transformation des gadoues récemment proposés et dont l'un fut essayé à Paris.

Chapitre V

TRAITEMENT DES GADOUES PAR LA VAPEUR AVEC EXTRACTION DES GRAISSES

Par ce procédé, américain, on soumet les ordures ménagères à une cuisson à 150°, avec de l'eau, dans de vastes récipients de 40 à 50 m³. Des lessives, il serait possible d'extraire des graisses utilisées dans la préparation des savons. De plus, les matières solides, laissées dans les lessives seraient séchées, puis vidées sur une bande mobile qui les entraînerait. De part et d'autre de ce transporteur des trieurs y retrouveraient des métaux, des os, des chiffons, etc., dont le rendement serait intéressant. Le reste constituerait de l'engrais.

D'après M. Bergès, protagoniste du procédé, un pareil traitement des ordures ménagères donnerait un bon rendement au point de vue économique et il n'existe pas d'objection au point de vue hygiénique, le triage n'étant pratiqué que sur des matières stérilisées.

Mais ce procédé n'est applicable qu'aux ordures riches en graisse et en déchets alimentaires, et débarrassés des matières inertes, notamment des cendres. Ce n'est pas le cas en France et ce procédé

n'est donc guère susceptible d'être utilisé. D'ailleurs ceux qui l'ont mis à l'essai l'ont trouvé assez onéreux.

En Amérique, on traite également par la vapeur les épluchures de légumes et les déchets de viandes des ordures ménagères, après triage preal able des cendres d'une part, et des déchets d'os et matières inertes, balayures, chiffons, métaux, d'autre part. On en retire des matières grasses vendues aux savonneries et stéarineries et le résidu est utilisé comme engrais.

Semblable procédé ne doit pas être retenu, par suite du triage préalable très poussé qu'il nécessite.

Chapitre VI

INCINERATION A BASSE TEMPERATURE EN VUE DE LA RECUPERATION DE L'AMMONIAQUE ET DE LA PRODUCTION DE GAZ COMBUSTIBLES

En brûlant les gadoues suivant la formule du gazogène » à basse température, entre 250 et 600°, on a pu produire les gaz combustibles contenant de l'oxyde de carbone qui sont utilisés soit sous des chaudières, soit dans des moteurs à explosion.

Cette solution a été essayée par la Ville de Paris au moyen d'un gazogène à ordures Fichet et Heurtey, installé à Ivry et à Romainville. Plus récemment, elle a été expérimentée à Versailles. Ces expériences n'ont pas été couronnées de succès et le procédé semble abandonné.

C'est qu'en effet le gazogène est un instrument délicat et à marche difficile lorsque le combustible traité n'est pas de composition constante, ce qui est bien le cas ici. Aussi le gaz produit est d'un pouvoir calorifique peu élevé et de composition fort variable. qui ne saurait être régularisée que par un gazomètre de très grande capacité, installation onéreuse. Enfin, les mâchefers incomplètement brûlés dégagent souvent de mauvaises odeurs.

On a essayé également de faire subir aux gaz dégagés par la combustion des ordures ménagères un traitement chimique pour en retirer l'ammoniaque. Les essais, tentés dans ce sens, sont des plus intéressants, mais il ne faut pas se dissimuler les difficultés que rencontrerait leur réalisation industrielle, en raison de la variabilité de la composition des matières traitées.

TROISIEME PARTIE

Chapitre Ier

L'INCINERATION DES ORDURES MENAGERES

Il est banal de voir, l'été surtout, dans le périmètre immédiat des villes, des dépôts d'immondices d'où s'élève une épaisse fumée. Celle-ci indique un foyer d'incendie à l'état latent, bien que non entretenu et survenu accidentellement. Ces exemples ne sont pas rares, mais on cite le cas presque historique de ce dépôt d'ordures en Angleterre où l'incendie persista à l'état permanent pendant des années, malgré les efforts des pompiers. Pour s'en rendre maître, il fallut insuffluer sous pression, un gaz inerte, par des tuyaux profondément enfoncés dans la masse.

Dans le Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Numéros d'Août, Septembre, Octobre 1909), M. Damour a exposé l'étude chimique de la gadoue de Paris, d'Avril à Octobre 1908. Au cours de ce travail, il a pu déter-

miner le pouvoir calorifique de la matière sèche au moyen de la bombe de Mahler. La moyenne des observations a donné environ 4.800 calories pour la matière organique sèche au kilogramme. Il est évident que ce pouvoir calorifique est beaucoup moindre quand il s'agit de gadoues vertes, et très variable, puisqu'à Paris seulement la teneur en eau des gadoues oscille entre 20 % et 50 %. Dans ces conditions, on voit le pouvoir calorifique varier de l'été à l'hiver de 400 à 500 calories jusqu'à 1.500, 1.800 et même 2.500 par kilogramme.

A mesure que les cultivateurs n'acceptaient les gadoues que de plus en plus difficilement comme engrais, l'effort des ingénieurs se portait sur l'utilisation de ces ordures ménagères. Nous avons vu qu'on en arriva au broyage pour en faire un engrais sélectionné et plus maniable. Depuis 1899, une usine de broyage existe à Saint-Ouen. Mais comment se débarrasser des déchets de la préparation du poudreau, déchets atteignant jusqu'à 60 % du volume total ? C'est alors qu'utilisant ce que nous venons de voir, c'est-à-dire la facile combustibilité des gadoues et leur pouvoir calorifique intéressant, on en vint à envisager l'incinération de ces déchets. Les premiers essais eurent lieu en 1870 en Angleterre avec des résultats médiocres.

A Paris, des essais d'incinération eurent lieu pour la première fois en 1884 à l'usine municipale du quai de Javel. Les trois fours essayés, français, anglais et allemand donnèrent des résultats si peu satisfaisants que la municipalité abandonna la question. L'incinération fut étudiée à nouveau en

1893 par les ingénieurs municipaux et elle fut réalisée à Paris en 1907, précisément pour se débarrasser de ce qui ne pouvait être broyé.

Ce n'est que plus tard, devant la difficulté de plus en plus grande de l'ordure-engrais que l'on en vint à étudier l'incinération totale des gadoues, sans triage préalable.

On étudia donc des fours incinérateurs. Ceux-ci devaient être l'âme de nouvelles usines dans lesquelles des dispositifs à déterminer devraient transporter les gadoues des voitures de la collecte au four incinérateur C'était donc engager de gros frais. Pour faire accepter semblable idée aux Municipalités, il fallut dès l'abord étudier une utilisation des sous-produits, c'est-à-dire d'une part de la chaleur produite et d'autre part des mâchefers rejetés hors des fours. C'est à l'étude et à la résolution de ces différents problèmes que se sont attachés les ingénieurs hygiénistes. Voyons les solutions proposées.

Chapitre II

GENERALITES SUR LES USINES D'INCINERATION

On peut diviser schématiquement toutes les usines d'incinération de gadoues en quatre parties :

— Le four incinérateur et ses dépendances ;

— Le dispositif d'amenée des gadoues de l'extérieur de l'usine aux grilles de combustion, ainsi que celui d'enlèvement des scories hors de l'usine ;

— Les installations pour tirer parti des scories;

— La partie mécanique utilisant la chaleur de combustion pour faire de la vapeur d'eau et de l'électricité.

Il est bien évident que les deux derniers groupes sortent du cadre de l'hygiène, mais il faut connaître l'importance de l'utilisation des sous-produits dans ces usines. D'elle et de son revenu économique dépendent les possibilités de fonctionnement des incinérateurs. Autrement dit, il y a là un carrefour dans lequel le point de vue économique vient compléter le point de vue hygiénique pour le rendre acceptable. L'hygiéniste est pleinement satisfait lorsque les gadoues ont été brûlées dans l'incinérateur. Il n'en sort que des gaz et des scories parfaitement stériles. Mais quel économiste urbain voudra faire

les frais d'installation et d'entretien d'une pareille usine s'il n'a pas les moyens de rentrer dans ses fonds : il ne se résoudra jamais, au nom de l'hygiène seule, à engloutir les sommes d'argent nécessaires. Voilà pourquoi nous attirons l'attention sur cette face de la question, qui nous avait fait dire dès le début de ce travail : « tout en insistant sur le côté « hygiénique, nous dirons quelques mots du point « de vue économique et des possibilités industriel- « les, sans quoi cette étude, restant théorique, ris- « querait de conduire à des impossibilités prati- « ques, et serait dès l'abord frappée de stérilité. »

Voyons maintenant ce que doit être un bon incinérateur. Pour cet exposé, nous suivrons les données magistralement exposées dans son travail par le Docteur A. Bréchot.

Dans ses parties élémentaires, un incinérateur de gadoues est composé d'une cellule garnie d'un revêtement réfractaire ; munie à sa base d'une grille sur laquelle brûlent les ordures. Celles-ci peuvent être introduites par en haut, par la porte du four ou par derrière, au niveau de la grille. Les scories sont évacuées par la porte du four.

A ce foyer proprement dit est adjointe une chambre de combustion où passent en se mélangeant les flammes, les vapeurs et les gaz venant du foyer, avant d'être évacués par la cheminée.

Un tel incinérateur doit remplir les conditions suivantes :

1° Assurer une combustion intensive parfaite ;

2° Utiliser le plus complètement possible la chaleur produite ;

3° Assurer la destruction totale des ordures en toute saison et sous tous climats, sans emploi de combustible étranger ;

4° Recueillir les poussières et les fumées ;

5° Réaliser les meilleures conditions d'économie et d'hygiène.

1° *Combustion intensive parfaite.*

Pour l'obtenir, le foyer doit être bien conçu, avoir une grande surface de radiation (four à réverbère) et muni d'une chambre de combustion suffisamment grande pour que les gaz émanant du foyer, se mélangent entre eux, et brûlent en entier avant d'être éliminés vers les parties froides de la chaudière. La chambre de combustion est d'une grande importance, puisque c'est là que sont atteintes les plus hautes températures.

Alors que dans les premiers appareils construits, le tirage était naturel, on s'aperçut que la combustion était très incomplète, la température insuffisante et les fumées malodorantes, par suite de l'abondance de gaz non brûlés qu'elles contenaient. On en vint donc au tirage forcé qui réalise le brassage des matières à brûler et fait monter la température au delà de 700°. C'est au-dessus de ce chiffre seulement que les fumées deviennent inodores. On a donc intérêt à envoyer de préférence de l'air chaud pour augmenter cette température de combustion.

2° *Utilisation la plus complète possible de la chaleur produite.*

C'est une règle que doit respecter tout appareil

calorigène. On y arrive en diminuant le plus possible le nombre de calories perdues par rayonnement, pendant le remplissage, pendant le décrassage du foyer et en récupérant une partie de la chaleur rayonnée par les mâchefers à leur sortie du four. En les projetant dans l'eau on peut obtenir d'une part l'élévation de sa température et éventuellement des gaz combustibles par décomposition partielle.

3° *Assurer la destruction totale des ordures en tout temps, sans emploi de charbon.*

Ceci dépend essentiellement des qualités du four utilisé et de l'importance du tirage. Il faut bien dire aussi que si toutes les gadoues sont combustibles, elles le sont d'une façon très variable, et leur destruction sera d'autant plus facile que leur combustibilité sera plus grande.

Un bon four d'incinération est un appareil permettant de brûler une quantité constante de gadoue, quels que soient son pouvoir calorifique, son humidité, sa densité. La production de vapeur est secondaire et nécessairement variable.

4° *Recueillir poussières et fumées.*

Nous avons dit plus haut que les fumées devenaient inodores lorsque la température du four dépasse 700°. Mais chaque fois que l'on ouvre le four pour l'emplir, le décrasser, la température tombe et durant un certain laps de temps, variable suivant l'opération pratiquée, elle peut descendre au-dessous de 700°. On conçoit qu'à ce moment, et tant

que le nouveau chargement ne sera pas suffisamment allumé, fumées et odeurs soient évacuées par le tirage en quantité importante.

Pour atténuer ces inconvénients, les procédés varient suivant les constructeurs de fours, mais quelques principes généraux restent les mêmes. Ce sont :

a) Donner aux foyers une capacité qui leur permettent de recevoir en un petit nombre de chargements une grande quantité d'ordures.

b) Grouper les fours par batteries pour une même chambre de combustion, afin de brûler un cube important d'ordures à la fois, et pour que la moitié au moins des foyers soient en pleine incandescence ;

c) Faire le séchage efficace des ordures avant leur incinération ;

d) Faire le décrassage en vase clos.

5° *Réaliser les meilleures conditions d'économie et d'hygiène.*

L'hygiène exige :

— La suppression absolue du triage ;

— La manutention et l'incinération des ordures ménagères ;

— L'évacuation et l'extinction des mâchefers produits ;

— Le tout en vase clos.

L'économie nécessite :

— La récupération méthodique des calories dégagées par la combustion ;

— et l'utilisation judicieuse des mâchefers.

Chapitre III

MODE DE CHARGEMENT DES FOURS

Avant de décrire les appareils français d'incinération, nous allons examiner les procédés de chargement et de décrassage. Nous serons à même de voir si les vœux des Congrès d'Hygiène ont été respectés, à savoir :

— Supprimer par l'emploi des moyens mécaniques, les travaux pénibles et dangereux pour les ouvriers.

Le chargement des fours à ordures est le plus souvent discontinu et dans ce cas, manuel ou mixte.

Le chargement manuel est très souvent utilisé, mais tend à l'être moins dans les usines que l'on construit maintenant. D'ailleurs que le chargement manuel se fasse par le haut du four, par la porte ou par derrière, c'est un procédé à rejeter, car il nécessite le travail permanent des ouvriers dans la masse même des gadoues, ce qui est une manœuvre pénible et dangereuse.

Dans le chargement mixte, la quantité d'ordures constituant la charge d'un four est déversée

dans une trémie située sur la voûte de celui-ci, et fermée à la base par un clapet que le chauffeur devra faire fonctionner pour procéder au chargement.

Chargements mixtes

Ils sont très nombreux et très variés.

Pour le *chargement par manches* (usine de Saint-Ouen), les gadoues sont reçues dans une fosse d'où elles sont reprises par un chemin roulant, puis amenées par une chaîne à godets sur un autre chemin roulant devant une série de manches métalliques, correspondant chacune à l'orifice d'un four, clos par un clapet.

On voit que le trajet est long des ordures amenées de l'extérieur jusqu'au four. Et tout ce trajet est à l'air libre. D'autre part, les retours de flamme dans ces manches ne sont pas rares et représentent un danger réel pour les ouvriers qui se tiennent à l'extrémité.

Le *chargement par silo* est effectué à Courbevoie. Les voitures de la collecte se déversent dans une benne qui monte son contenu et le déverse dans un silo. De là un ouvrier fait tomber les gadoues dans les trémies à l'aide d'un ringard.

Le *chargeur à poussoir* est formé d'une sorte de plateau monté sur galets. La surface de ce plateau présente des saillies armées de pointe, sortes de marches très basses. Animé d'un mouvement rectiligne alternatif, il débite des matières difficiles à

entraîner. Ce chargeur, nous le verrons, est utilisé dans le four Godillot.

Dans le *chargement par caisses*, celles-ci sont enlevées à leur arrivée par un pont roulant qui les porte dans une salle située au-dessous des fours. Là un transporteur les reprend au fur et à mesure des besoins et les porte au-dessus des trémies. Elles se vident par le fond mobile et leur contenu s'entasse dans la trémie.

Dans le *chargement par pont roulant et benne preneuse* la manutention des ordures est assurée par des bennes preneuses qui sont manœuvrées électriquement de l'extérieur de la salle où sont entreposées les ordures : ainsi les ouvriers préposés au chargement des fours n'ont plus aucun contact avec les gadoues.

Chargement continu

Le *chargement par hélice* a des origines lointaines. L'hélice, sorte de vis d'Archimède est placée en haut du four. Les gadoues sont déversées dans une trémie au fond de laquelle se trouve l'hélice qui les entraîne et les pousse sur un plan incliné servant de sole de séchage, d'où elles tombent sur la grille.

Nous retrouverons ce procédé au four Sépia.

Le *chargement par plateau rotatif* a été utilisé dans les fours Fichet Heurtey. Un cylindre à plateau rotatif fait passer les ordures dans la goulotte du four. Un clapet permet d'en régler l'arrivée au foyer.

Tous ces systèmes, à chargement continu ou discontinu, peuvent être variés à l'infini, et les constructeurs n'ont pas manqué de s'y essayer. Ceci montre d'ailleurs que le problème de la manutention de la gadoue est particulièrement complexe. La présence des ouvriers est nécessaire pour parer aux arrêts accidentels de l'automatisme. Cependant, leur travail peut être réduit à un rôle de surveillance dans les procédés de chargement bien étudiés. Nous y reviendrons ultérieurement.

Chapitre IV

DÉCRASSAGE DES FOURS

Bien qu'il s'agisse, au cours du décrassage, de manipuler une matière parfaitement stérilisée au cours de l'incinération, des précautions spéciales doivent être prises pour protéger les ouvriers contre la chaleur rayonnante de la matière manutentionnée (elle est au moins à 700°), contre les gaz qui s'échappent du mâchefer en ignition et contre les retours de flamme. C'est pourquoi le Docteur Bréchot a pu écrire : « la supériorité d'un destruc-« teur d'ordures au point de vue technique, hygiène « industrielle et économique repose, avant tout, sur « les modes de décrassage du foyer et du cendrier, « et d'évacuation des mâchefers. »

La plupart des fours sont à *décrassage manuel*, ou bien *manuel et mécanique*. Le gâteau de mâchefer incandescent est défourné à l'aide d'un poussoir, puis évacué par wagonnet, soit par la galerie de chauffe, soit en sous-sol. Presque tous les autres fours sont à *décrassage par grille* ou *panneaux mécaniques*, avec évacuation des mâchefers par wagonnet dans la galerie de chauffe.

Trois fours seulement ont un décrassage qui

leur est propre. Dans le four Fichet-Heurtey, le décrassage s'effectue par *chute continue des mâchefers* évacués en sous-sol par wagonnet.

Dans le four Bréchot, le décrassage est automatique, il est produit par renversement du foyer en vase clos, avec évacuation des mâchefers éteints en sous-sol.

Dans le four Sépia, enfin, la grille glisse mécaniquement hors du four et le gâteau de mâchefer est escamoté.

Il est certain que le décrassage manuel, avec issue du mâchefer dans la galerie de chauffe mérite d'être supprimé, par suite du danger qu'il présente pour les ouvriers et des manœuvres pénibles auxquelles il les astreint. De plus, ce procédé se trouve être très coûteux, car semblables manœuvres ne peuvent être que lentes et durant ce temps, les fours restent inutilisés et se refroidissent. Si l'on veut bien noter que l'opération est répétée toutes les deux heures environ, on comprendra la diminution de rendement que provoque pareil mode de décrassage.

Chapitre V

FOUR ALEXIS GODILLOT

Le four Alexis Godillot est formé d'une grille conique placée sur une sorte de plaque tournante, qui lui permet de faire une demi-révolution. Elle présente à l'extérieur sa surface chargée de mâchefer qu'il devient facile de décrasser par la porte ménagée à l'avant. Pour permettre ce mouvement, le mur du foyer est percé d'une baie circulaire. Une série de volets en fonte obstrue l'intervalle entre la grille et le mur ; on soulève ces volets pour permettre la rotation de la grille.

Chargement

Il se fait à l'aide du chargeur à poussoir, constitué, nous l'avons vu, par un plateau horizontal, monté sur galets. La surface de ce plateau présente des ressauts armés de pointes, sortes de marches extrêmement basses. Il est animé d'un mouvement rectiligne alternatif qui lui permet de débiter des matières difficiles à entraîner comme le sont les gadoues.

Décrassage

Il se fait à la main par la porte antérieure. Il est assez long, bien que les mâchefers ne dépassent jamais l'épaisseur de 12 centimètres. Les ouvriers doivent briser les scories pour les faire tomber dans un wagonnet.

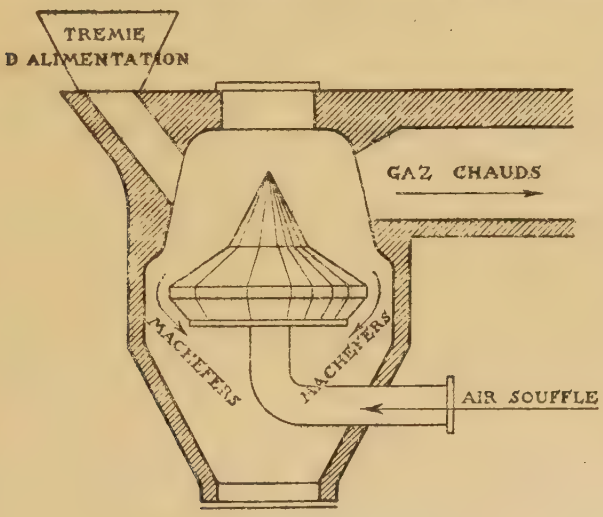
On conçoit que ce système présente les mêmes inconvénients que le décrassage manuel sur grille fixe. Il est toutefois moins pénible, à cause de la profondeur moindre du foyer, mais le refroidissement du four est assez considérable.

Ce four paraît plutôt approprié à la combustion de combustibles peu cendreux ; alors que les ordures ménagères laissent une quantité considérable de mâchefer.

Chapitre VI

FOUR FICHET-HEURTEY

C'est un four à chargement et à décrassage continus, suivant un procédé qui lui est particulier.



Four Fichet-Heurtey

Ce four est formé d'un haut cylindre garni intérieurement de briques réfractaires, d'un diamètre intérieur d'environ 3 mètres, dans lequel est une grille conique de diamètre un peu moindre. L'espace laissé entre cette grille et la maçonnerie permettra la chute du mâchefer. La grille est montée

sur une roue dentée de grand diamètre, destinée à lui communiquer un mouvement de rotation continu.

Au-dessous de cette grille est ménagé un espace en entonnoir, qui sert de réceptable permanent aux mâchefers. Celui-ci est évacué de temps à autre par la partie inférieure, obstruée par un volet à glissière.

Chargement

Il se fait par une ouverture latérale. Les gadoues se trouvent à peu près également réparties sur la grille, par suite de la rotation continue de celle-ci.

En face de l'entrée, et diamétralement opposé à elle, se trouve un carneau par où flammes et gaz de combustion se rendent sous une chaudière placée à l'étage supérieur.

Une troisième ouverture, fermée par un tampon de 60 centimètres de diamètre, est pratiquée sur le dessus du four. Par là les ouvriers peuvent surveiller le feu, égaliser la répartition des gadoues et boucher les trous d'air.

Décrassage

On conçoit que seuls les petits fragments de mâchefer tombent sans intervention par l'espace prévu sur la périphérie de la grille tournante. Les fragments plus volumineux doivent être divisés à coups de ringard, par les ouvriers. Or il faut se souvenir que beaucoup de gadoues ont des scories qui s'agglomèrent très facilement en masses volumineuses ; le travail de décrassage est donc très pénible dans ces conditions et la grille risque de se trouver immobilisée par les mâchefers.

Chapitre VII

FOUR BIRAULT

Il a été conçu pour brûler les gadoues à basse température, environ 800°, dans le but d'éviter la production de mâchefer aggloméré, de faciliter la construction et de prolonger la durée des parois du four, enfin de produire du gaz combustible comme dans un gazogène.

Cette combustion s'effectue sur des grilles à barreaux très espacés, animées d'un mouvement d'oscillation et recevant des chocs périodiques. Sous l'action des secousses et des chocs, les cendres et la majeure partie des matières incombustibles contenues dans les gadoues passent entre les barreaux et traversent la grille, tandis que les matières incombustibles trop volumineuses tombent également dans le cendrier, étant rejetées par les secousses vers un espace libre important qui est réservé à cet effet, entre l'une des extrémités des grilles et les parois internes de l'appareil.

La partie essentielle du four, verticale, est constituée par la grille mobile. Un système complexe de cames et de bielles animées par des pistons et articulées entre elles constitue un système déformable

qui mobilise la grille dans deux directions. La partie arrière de cette grille se soulève d'abord, tandis que la partie avant est animée d'un mouvement horizontal. Puis la grille redescend brusquement sous l'action de son poids, du poids des mécanismes et de la grille. L'amplitude des oscillations est réglable. Ce mouvement, caractérisé par des secousses successives, a été combiné en vue de l'élimination des cendres et matières incombustibles qui se trouvent dans la masse de gadoue en ignition. Ces cendres sortaient chaudes, mais non brûlantes de l'appareil. Les gaz combustibles devaient actionner des moteurs à explosion.

Une réalisation industrielle de ce système a été faite, à titre privé, dans l'usine de la Société des Engrais Complets, à Issy-les-Moulineaux. Les essais avaient donné des résultats encourageants, mais la mort de l'inventeur est venue les interrompre et ils n'ont jamais été repris.

———

Chapitre VIII

FOUR BOUSSANGE

Ce four est encore en service à l'usine d'Issy-les-Moulineaux. Il se compose de plusieurs cellules en nombre variable suivant la capacité de destruction que l'on désire obtenir. Une cellule est constituée par un caisson en fonte perforée formant grille, avec joues latérales creuses où circule un courant d'air rapide débité par un ventilateur. Cette disposition a pour effet de réchauffer l'air soufflé dans le foyer, ce qui facilite la combustion. Deux portes à guillotine ferment les extrémités de chaque cellule.

Le remplacement des parois en fonte du foyer dans les fours à haute température, causant un arrêt fâcheux du fonctionnement, ce remplacement se fait ici d'une façon rapide et commode. L'air pénètre par l'arrière du foyer dans une caisse d'admission générale. Il s'élève ensuite dans les parois creuses en fonte de la cellule. Il s'échappe dans le four par de petits trous percés dans les parois en fonte, ou pénètre dans le cendrier par des ouvertures situées à l'avant du foyer. Les éléments en fonte exposés au feu sont simplement posés sur la caisse d'admission

et retenus par des taquets : ils sont, par suite, facilement amovibles et leur remplacement complet peut être effectué en une demi-heure environ.

Chargement

Il se fait mécaniquement, sans poussière, à l'aide de trémies disposées au-dessus des foyers ; elles se vident dans les cellules par l'ouverture d'un clapet commandé par un levier placé à l'avant du four.

Décrassage

Un wagonnet spécial est amené devant la cellule à décrasser, à laquelle il s'accroche automatiquement. On ouvre les portes du four du côté opposé au wagonnet et le bouclier d'une défourneuse y est introduit, poussant le gâteau de mâchefer dans le wagonnet. Le four vide, on retire la défourneuse, et les portes sont refermées avant de procéder à un nouveau chargement. Dans certains fours, c'est une plaque de fonte placée à demeure au fond du foyer qui sert de défourneuse. Elle est manœuvrée par une pousseuse hydraulique, et il y a dans ce cas une pousseuse par cellule.

Le mâchefer incandescent se trouve donc évacué par la galerie de chauffe vers le poste d'extinction. Semblable disposition n'est pas sans présenter de nombreux inconvénients pour les ouvriers qui font la manœuvre du défournement.

En résumé, ce four constitue un appareil industriel d'une valeur certaine. Cependant son alimentation en gadoue est discontinue ; il ne présente pas

de sole de séchage et de précombustion des ordures ménagères, d'où des rallumages parfois difficiles.

Le décrassage des mâchefers se fait en ouvrant les portes ; il en résulte un abaissement sensible de la température du four, nuisible à un bon rendement.

Enfin, la présence de mâchefer incandescent dans la galerie de chauffe vicie l'air de celle-ci et présente un danger pour les ouvriers.

Chapitre IX

FOUR SEPIA

Les caractéristiques générales sont les suivantes:

1° Son alimentation est continue ;

2° Le décrassage des mâchefers s'opère automatiquement, par escamotage, sans ouverture des portes et sans aucune rentrée d'air dans le foyer ;

3° Ce décrassage peut s'effectuer par partie, c'est-à-dire qu'à chaque défournement du mâchefer produit, une portion seulement de celui-ci est éliminée, et il reste sur le foyer une quantité d'escarbilles suffisante pour permettre la combustion continue et sans à-coup des nouvelles ordures.

La régularité du chargement et de la combustion fait de ce four un appareil réellement continu.

Description du four Sépia

Il se compose de cellules juxtaposées.

Leur nombre dépend du tonnage à détruire, chaque cellule incinérant une tonne ou une tonne et demie d'ordures à l'heure, suivant la surface de grille adoptée.

La cellule épouse sensiblement la forme d'un

parallépipède rectangle horizontal, dont la face supérieure, le couvercle, n'existerait qu'en partie.

La face avant est constituée par une porte en fonte à guillotine, et munie elle-même d'un petit portillon pour la surveillance du feu.

La face arrière constitue l'autel du foyer, elle est formée d'un caisson métallique relié à la tuyauterie du ventilateur de soufflage.

Les faces latérales sont également constituées par des caissons métalliques parcourus par l'air de combustion ; cet air se réchauffe en les refroidissant, ce qui évite l'adhérence des mâchefers aux parois et améliore la combustion.

La face inférieure du four, également métallique, est constituée par la *grille*.

Cette grille est parcourue, comme les caissons latéraux et en série avec eux, par l'air alimentant le foyer, mais sa face supérieure est percée de nombreux trous par lesquels cet air s'échappe pour brûler les ordures.

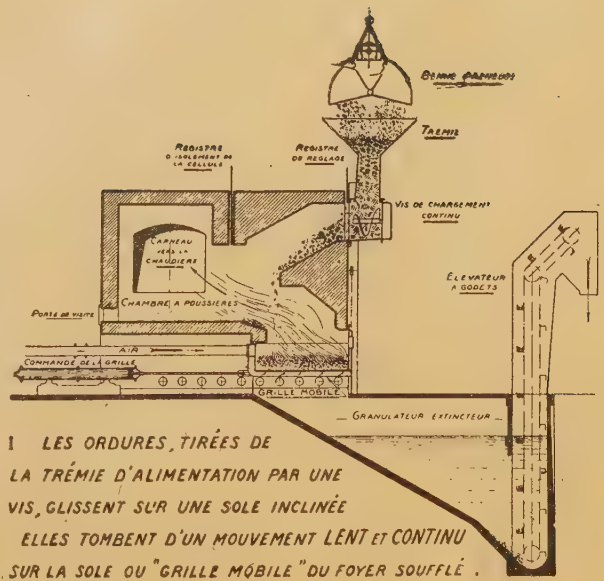
La combustion accélérée par cet air chaud s'opère sans addition de combustible.

La *voûte*. — La face supérieure du parallépipède n'est pas complètement absente. Une voûte en occupe une partie. Elle a un double objet :

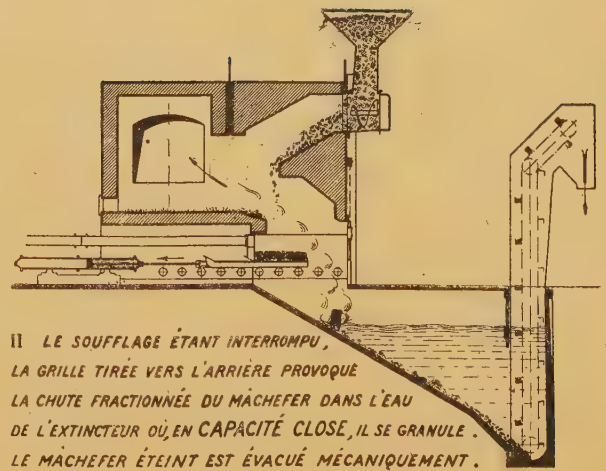
— concentrer sur le feu, par rayonnement, comme en un four à réverbère, les calories qu'elle emmagasine et participer à l'entretien d'un régime régulier de combustion vive ;

— former *sole de séchage* pour les gadoues vertes introduites dans le foyer.

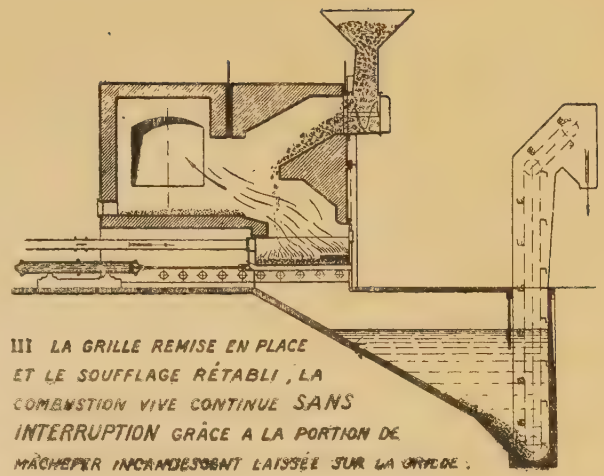
La grille. —La grille Sepia est mobile. Le mouve-



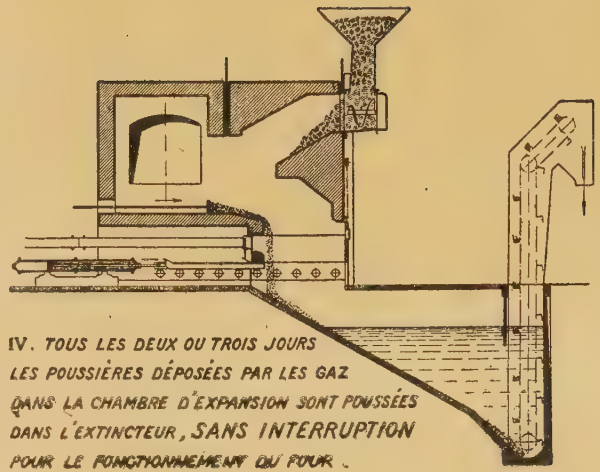
I LES ORDURES, TIRÉES DE LA TRÉMIE D'ALIMENTATION PAR UNE VIS, GLISSENT SUR UNE SOLE INCLINÉE ELLES TOMBENT D'UN MOUVEMENT LENT ET CONTINU SUR LA SOLE OU "GRILLE MOBILE" DU FOYER SOUFFLÉ.



II LE SOUFFLAGE ÉTANT INTERROMPU, LA GRILLE TIRÉE VERS L'ARRIÈRE PROVOQUE LA CHUTE FRACTIONNÉE DU MÂCHEFER DANS L'EAU DE L'EXTINCTEUR OÙ, EN CAPACITÉ CLOSE, IL SE GRANULE. LE MÂCHEFER ÉTEINT EST ÉVACUÉ MÉCANIQUEMENT.



III LA GRILLE REMISE EN PLACE ET LE SOUFFLAGE RÉTABLI, LA COMBUSTION VIVE CONTINUE SANS INTERRUPTION GRÂCE A LA PORTION DE MÂCHEFER INCANDESCENT LAISSÉE SUR LA GRILLE.



IV. TOUS LES DEUX OU TROIS JOURS LES POUSSIÈRES DÉPOSÉES PAR LES GAZ DANS LA CHAMBRE D'EXPANSION SONT POUSSÉES DANS L'EXTINCTEUR, SANS INTERRUPTION POUR LE FONCTIONNEMENT DU FOUR.

ment s'effectue par une translation vers l'arrière. A cet effet, la grille porte deux chemins de roulement qui reposent sur des galets. Cette grille est maintenue à sa position normale par la tireuse hydraulique qui la commande.

Grâce à la manœuvre d'un levier placé à portée de l'ouvrier devant les fours, la tireuse, accrochée à la grille, exerce sur elle une traction chaque fois qu'on le désire. La grille glisse vers l'arrière en passant sous l'autel. La manœuvre inverse la replace aussi rapidement à sa position normale.

Nous verrons que cette manœuvre de la grille permet l'*escamotage* instantané, total ou partiel, du gâteau de mâchefer, et présente les avantages suivants :

— Suppression de l'ouverture de la porte du four ;

— Suppression du danger que présente pour les ouvriers l'issue de mâchefer dans la galerie de chauffe ;

— Facilité d'inspection et de nettoyage périodiques de la grille ;

— Absence de toute partie mécanique en contact avec le feu ;

— Grande facilité de remplacement de la grille.

A noter que l'amovibilité remarquable des caissons latéraux rend particulièrement facile la réparation d'une cellule, une fois isolée des cellules adjacentes.

Les gaz, dégagés par la combustion, achèvent de brûler dans une chambre d'expansion où ils abandonnent la majeure partie de leurs poussières.

L'évacuation de ces poussières peut s'exécuter en marche, sans inconvénient et sans contact avec les ouvriers, par refoulement sur la grille.

Alimentation des cellules

Chaque cellule possède sa trémie d'alimentation indépendante, composée d'une caisse en tôle d'un mètre cube environ de capacité, et alimentée par une benne preneuse à mâchoires, assujettie sur un pont roulant.

La trémie se termine, à sa partie inférieure par le carter d'une vis d'Archimède. Celle-ci, grâce à une commande électrique, tire progressivement les ordures de la trémie et les pousse d'un mouvement *continu* vers le foyer.

Ce système d'alimentation progressif et continu supprime les à-coups des chargements successifs et pare aux possibilités d'étouffement produites par l'arrivée en bloc d'une charge d'ordures.

La gadoue, poussée vers le foyer, n'y accède cependant pas directement.

Le carter de la vis d'Archimède qui, en bout, est assez éloigné de l'hélice pour laisser passer facilement les corps les plus volumineux, est prolongé à l'intérieur du four par la sole de séchage, formée par la partie supérieure de la voûte.

Pendant leur lente progression sur cette sole, chauffée par conductibilité et rayonnement, la gadoue verte se sèche. Elle tombe ainsi sur le feu par l'intermédiaire d'une seconde sole au-dessus de l'autel et qui forme seuil de la chambre d'expansion et de dépôt des poussières. Arrivant enfin sur la grille proprement dite, elles y achèvent leur combustion.

Le chargement, c'est-à-dire le mouvement de la vis, n'est interrompu que pendant les courts instants nécessaires à l'escamotage du mâchefer.

Evacuation des mâchefers

Nous avons dit qu'elle s'opérait par escamotage. La grille, sollicitée par la tireuse hydraulique, roule vers l'arrière, et, simultanément, le gâteau de mâchefer tombe. Il accède dans un canal formant plan incliné et glisse soit dans un broyeur-extincteur, soit sur un chemin roulant métallique, soit plus simplement dans un wagonnet.

Ce procédé évite l'ouverture de la porte du four, supprime la sortie du mâchefer dans la galerie de chauffe et empêche toute déperdition de calories.

En arrêtant le mouvement de la grille à un instant convenable, on peut n'opérer l'évacuation du mâchefer que par tiers ou par moitié, ce qui assure la *continuité de la combustion*.

Dans tous les cas, la galerie d'évacuation des mâchefers est reliée à une cheminée qui en assure la ventilation et la bonne habitabilité. D'ailleurs, toutes les manœuvres sont automatiquement commandées à partir d'un poste placé dans la salle de chauffe, et aucun ouvrier ne doit séjourner normalement dans la galerie.

Elimination des poussières

Les gaz produits par la combustion des ordures accèdent d'abord à une chambre de combustion commune à chaque batterie de cellules, où s'opère l'expansion des gaz, ce qui provoque un abondant dépôt de poussières entraînées.

Cette chambre de combustion possède, du côté opposé aux cellules, des portillons de nettoyage par lesquels en pleine marche et sans perturbation, on peut introduire un râteau qui repousse les poussières sur la grille, d'où elles sont évacuées avec le machefer.

Les gaz sont donc en très grande partie débarrassés de leurs poussières à leur arrivée aux chaudières.

A la sortie de celles-ci, les gaz passent encore dans des « cyclones » ou « pulvo-capteurs », où ils sont complètement dépoussiérés avant leur rejet dans l'atmosphère.

Rendement

La quantité de vapeur produite varie naturellement suivant les saisons, selon la composition des gadoues et la ville considérée. En province, où les gadoues sont de moins bonne valeur calorifique qu'à Paris, par suite d'une plus grande densité due à l'eau de constitution, on peut compter sur une production moyenne de vapeur de 800 grammes par kilogramme d'ordures incinérées.

En résumé, l'alimentation continue du four Sépia, le décrassage du mâchefer par escamotage, sans ouverture des portes du foyer, la possibilité de laisser une partie du mâchefer sur la grille pour faciliter les rallumages font de ce four un appareil d'une conduite facile. Il permet de réaliser une installation respectant toutes les prescriptions que commande l'hygiène. Depuis de nombreuses années, il est utilisé par diverses villes, tant en France qu'à l'étranger.

Chapitre X

FOUR BRECHOT

Avant d'entreprendre sa description, donnons-en les avantages essentiels.

Comme le four précédent.

— Il supprime le travail pénible, les dangers du décrassage manuel ou mixte des foyers fixes, ainsi que des cendriers ;

— Il supprime également la sortie des mâchefers du foyer dans la galerie de chauffe ;

— Son foyer rotatif amovible et son cendrier se vident ensemble automatiquement d'une façon presque instantanée, pendant une révolution du foyer effectuée en vase clos ;

— Enfin, le mâchefer est évacué sous la galerie de chauffe par des moyens exclusivement mécaniques.

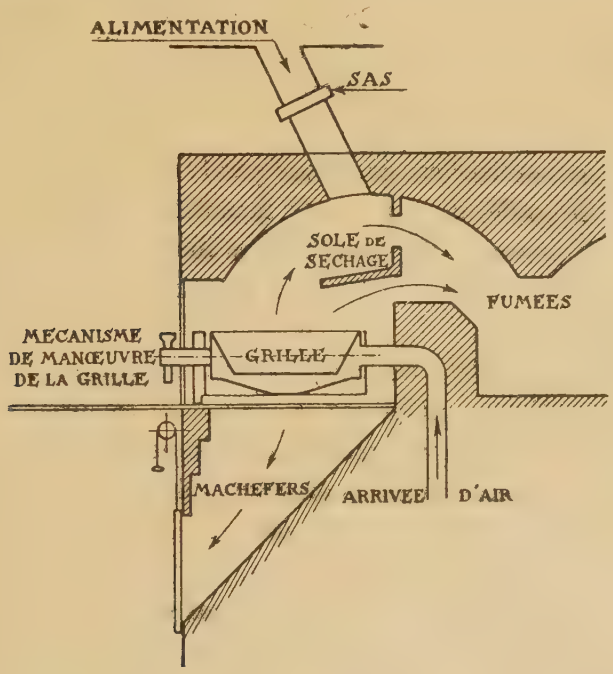
Nous voyons donc que l'originalité de ce four repose principalement sur la facilité du décrassage, qui s'exécute par simple renversement du foyer.

Description

Le foyer du four constitue une forge. Il est rotatif et amovible ; il repose par deux tourillons sur un

chariot. Il ne touche en aucun point les parois de la cellule où il est placé. Avec son cendrier, il a la forme d'un tronc de pyramide dont la base est tournée vers le haut.

Le foyer est constitué de deux parties en fonte, l'une externe, le cadre, qui est formé en bas par le cendrier, forme la partie externe de la boîte à vent ; l'autre partie du foyer, interne, est la corbeille.



Four Bréchot

Le cadre, en fonte épaisse, présente deux côtés verticaux, antérieur et postérieur, portant chacun un tourillon creux placé presque au centre.

Le tourillon antérieur est obturé par une plaque portant une flèche indicatrice de la position du foyer.

Le tourillon postérieur, au contraire, reste ouvert et reçoit intérieurement, à frottement doux, l'extrémité d'un branchement de la canalisation qui amène l'air du ventilateur.

Les deux autres côtés du cadre sont légèrement convexes en dehors.

La corbeille a la forme d'une pyramide tronquée. Elle est faite d'une seule pièce ou de panneaux imbriqués, en fonte et doublée d'une tôle. Son bord inférieur affleure la grille de panneaux percés de trous coniques au travers desquels de l'air sera insufflé.

Le cendrier est constitué par l'intervalle existant entre la grille et le fond de la boîte à vent.

La chambre d'extraction des mâchefers se trouve au-dessous du foyer. Son sol est incliné à 45°, d'arrière en avant.

La chambre de combustion, commune à plusieurs cellules, est située au-dessus et en arrière du foyer : son sol présente un ou plusieurs entonnoirs destinés à recevoir les poussières folles ; à leur extrémité inférieure, ces entonnoirs sont fermés par un tampon de décharge.

Dans chaque cellule, au-dessus du foyer et à une certaine distance de la voûte se trouve une sole de séchage. Elle repose sur les parois latérales et la paroi postérieure de la cellule, tandis que son bord antérieur, libre, laisse entre lui et la façade un large espace vide.

Fonctionnement du four Bréchot

Les gadoues sont amenées par benne preneuse ou

par tout autre moyen mécanique, dans des trémies placées au-dessus de chaque cellule.

Pour effectuer le chargement de la sole de séchage, le chauffeur manœuvre le levier qui commande le clapet de la trémie. Les ordures tombent sur la sole, et le clapet est refermé. Les ordures s'y étalent sur une faible épaisseur, y sont léchées par les flammes et les gaz chauds ; aussi s'y sèchent-elles rapidement, et brûlent-elles même en surface. C'est dire que dès qu'elles tomberont dans le foyer, elles y flamberont de suite.

La combustion des gadoues est activée par l'air qui arrive du ventilateur, passe dans l'intervalle entre le cadre et la corbeille du foyer. Là, en léchant les parois chaudes, il les refroidit en se réchauffant lui-même et il arrive à la grille, qu'il traverse.

Les flammes et gaz chauds s'échappent dans deux directions : d'une part directement vers la chambre de combustion, d'autre part, vers la voûte de la cellule et passent par-dessus la sole de séchage. La chambre de combustion atteint des températures de 1.100 à 1.400°.

Décrassage

Le décrassage s'obtient par rotation de la corbeille, l'air enlève à ses parois une quantité de chaleur qui les refroidit suffisamment pour que le mâchefer ne puisse rester en fusion à leur contact et pour qu'il s'y forme une pellicule isolante, qui en assure la chute intégrale dès le renversement du foyer.

Le décrassage a lieu toutes les heures et demie

environ et les mâchefers se trouvent déversés dans la chambre d'extinction.

Le foyer achève sa révolution et revient à sa position première, sa forme en tronc de pyramide contribue pour une part à éviter l'adhérence des scories.

En même temps, le cendrier s'est vidé automatiquement. Pendant le renversement du four, les cendres sont repassées à travers la grille, en sens inverse et sont tombées avec les mâchefers.

Aussitôt le foyer revenu à sa position première, le chauffeur le charge et les ordures y flambent bientôt.

Rendement

Il est facile de calculer le rendement industriel de ce four dans les installations d'Ivry et de Romainville (comprenant 22 fours Bréchot). Nous groupons dans un même tableau le résultat des essais faits en 1924, 1925 et en 1928.

Comparaison entre les rendements des anciennes installations des usines d'Ivry et Romainville et des nouvelles installations de ces mêmes usines.

I. — *Anciennes installations*

Résultats des essais officiels

Usines	Dates	Tonnage incinéré en 24 h. par batterie de 4 fours (Tonnes)	Vaporisation au Kg. d'ordures, sous 15 kg. de pression (Grammes)
Ivry	21-12-24	119	867
Romainville ...	15- 1-25	115	1.000
Romainville	19-11-25	106	1.040
Moyenne.....		113	966
II. — *Nouvelles installations*, 1928			
Ivry	1-12-28	171	1.504

Les résultats de l'essai des nouvelles installations font ressortir en pourcentage un accroissement de :

51 % pour le tonnage incinéré,
56 % pour la vaporisation,

sur les résultats moyens des essais des anciennes installations. Ces améliorations ont été obtenues par des modifications de détail apportées aux fours.

En résumé, le four Bréchot, malgré son chargement discontinu, et son décrassage total par renversement de sa corbeille permet, grâce à une sole de séchage de dimensions importantes, d'assurer une marche suffisamment uniforme de l'incinération.

Ce destructeur est utilisé dans les usines de la Ville de Paris depuis de nombreuses années, à Ivry et à Romainville.

Chapitre XI

UTILISATION DES SOUS-PRODUITS DE L'INCINERATION

De l'incinération des ordures ménagères on retire deux sous-produits :

— la chaleur,

— les mâchefers.

La chaleur. — Les calories dégagées par l'incinération peuvent être utilisées directement ou transformées en travail. Dans l'un ou l'autre cas, elles servent en général à élever la température d'une certaine quantité d'eau, à l'aide de chaudières qui complètent l'installation.

L'eau chaude peut être utilisée dans des établissements de bains, dans des lavoirs, mais la production n'est pas en général en rapport avec l'utilisation. Aussi préfère-t-on employer la vapeur pour actionner des moteurs et produire de l'électricité dont le placement est plus facile.

Une tonne d'ordures donne environ 800 kilogrammes de vapeur à la pression de 12 kg./cm². Cette quantité de vapeur peut produire 100 kilowattheures environ d'électricité. Comme le fonctionnement de l'usine elle-même n'absorbe guère plus de 18 ki-

lowattheures par tonne de gadoues incinérées, on dispose donc d'une quantité d'électricité de 80 kilowattheures par tonne d'ordures ménagères pour aider les centrales de la région. La vente de courant peut donc être rémunératrice. Remarquons toutefois que la production varie avec la saison et même suivant les jours, et la variation ne suit pas la courbe de consommation. Il s'en suit que le placement de l'énergie électrique est quelque fois difficile ; on tend de plus en plus à régulariser cette production en liant l'exploitation avec celle d'un secteur de distribution d'électricité.

Les mâchefers. — L'incinération d'une tonne de gadoues produit environ 300 à 400 kilogrammes de mâchefer. Bien souvent celui-ci a constitué une grosse gêne, car sa valeur était à peu près nulle et on ne l'employait guère que pour des remblais. Si bien que l'évacuation des mâchefers était une charge pour l'incinération.

Maintenant on transforme les mâchefers en briques après les avoir débarrassés des parties métalliques qu'ils peuvent contenir.

Ces déchets métalliques sont en effet très gênants, aussi bien pour le concassage que pour l'emploi ultérieur des mâchefers.

La fabrication des briques silico-calcaires a déjà amélioré le rendement financier de l'opération, mais l'aspect de celles-ci et leur poids en ont restreint les débouchés. Ce n'est guère que l'emploi des agglomérés de béton de mâchefer, généralisé en ces dernières années, qui a donné la véritable solution au pro-

blème de l'évacuation des scories de l'incinération des gadoues.

Les scories, lorsqu'elles sortent du foyer, se présentent à l'état compact et la haute température à laquelle elles ont été soumises (1.100 à 1.400°) les a

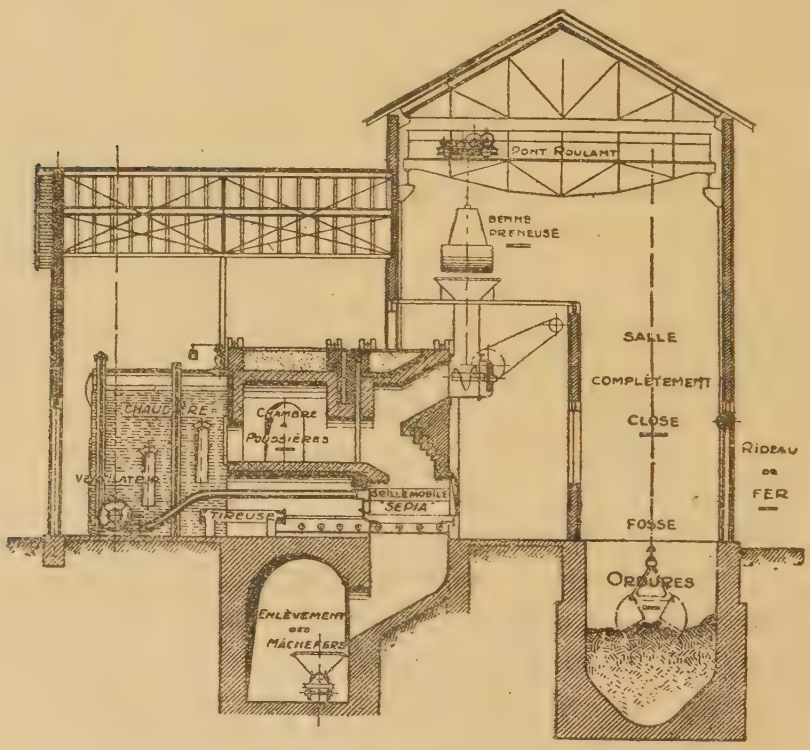


Schéma d'usine

vitrifiées. Leur extinction par l'eau a déjà l'avantage de les diviser, mais cette opération doit être complétée par un broyage mécanique et par un passage dans un séparateur magnétique qui en extrait les parties métalliques.

Le mâchefer en poudre ainsi obtenu contient

une assez grande quantité de silice et de la chaux vive, qu'on éteint soit à la vapeur, soit par exposition prolongée à l'air. On en fait ensuite, en ajoutant de la chaux hydraulique, un béton peu mouillé qui est moulé en formes de briques ou d'agglomérés. La « prise » des briques ainsi obtenues peut être accélérée en les plaçant pendant 8 heures dans un autoclave à la température de 150°, ce qui facilite la réaction de la silice sur la chaux.

La ville de Paris a muni de briqueteries ses usines de Saint-Ouen et d'Issy. D'après M. Frémont, les deux usines fabriquèrent en 1925 : seize millions de briques, vendues de 100 à 115 francs le mille, prises au chantier. Elles présentent les caractéristiques suivantes :

— Résistance moyenne à l'écrasement, 150 kg. par centimètre carré ;

— Porosité, 10 % ;

— Poids moyen, 2 kg. 400 ;

— Couleur, gris fer.

Notons encore que le mâchefer peut être utilisé pour la fabrication de dalles de trottoirs, de béton pour forme de pavage de rues.

CHAPITRE XII

LÉGISLATION CONCERNANT LES USINES D'INCINÉRATION D'ORDURES MÉNAGÈRES. CLASSEMENT

Loi du 21 Décembre 1917.

Article premier. — Les manufactures, ateliers, usines, magasins, chantiers et tous établissements industriels et commerciaux qui présentent des causes de danger ou des inconvénients, soit pour la sécurité, la salubrité ou la commodité du voisinage, soit pour la santé publique, soit encore pour l'agriculture, sont soumis à la surveillance de l'autorité administrative dans les conditions déterminées par la présente loi.

Art. 2. — Ces établissements sont divisés en trois classes, suivant les dangers ou la gravité des inconvénients inhérents à leur exploitation.

Art. 3. — La première classe comprend les établissements qui doivent être éloignés des habitations. La deuxième classe comprend ceux dont l'éloignement des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire, mais dont l'exploitation ne peut être autorisée qu'à la condition que des mesures soient prises pour prévenir les dangers ou les incommodités visés à l'article premier.

.. ..

Art. 6. — Un règlement d'administration publique, sur le rapport du ministre du commerce et de l'industrie, après avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France et du Comité Consultatif des Arts et Manufactures, déterminera les conditions d'application de la présente loi, et notamment la forme des demandes d'autorisation et des déclarations, avec indications des divers renseignements ou plans à produire à l'appui.

Art. 7. — La demande d'autorisation d'un établisement de première classe fait l'objet d'une enquête de commodo et incommodo ouverte pendant un mois.

.. ..

Art. 9. — La demande d'autorisation d'un établissement de deuxième classe est soumise à une enquête de commodo et incommodo ouverte, pendant quinze jours, dans la commune où cet établissement doit fonctionner.

Décret du 24 Décembre 1918.

Article premier. — Toute personne qui se propose d'ouvrir un établissement rangé dans la première ou la deuxième classe des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, doit, avant son ouverture, en obtenir l'autorisation. A cet effet, elle adresse une demande au Préfet du Département dans lequel cet établisement doit être situé, ou au préfet de police dans le Département de la Seine.

Cette demande mentionne.....

Décret du 30 Décembre 1919.

Article premier. — Les industries auxquelles s'applique la loi du 19 décembre 1917 et leur classement sont déterminées par le tableau ci-annexé :

Nos	Désignation des industries	Inconvénients	Classe
61	Boues et immondices (dépôt de) et voiries.	odeurs, altération des eaux, danger des mouches.	1
263	Ordures ménagères (Traitements des) :		
	1° A l'état vert, s'il en est traité au maximum 150 tonnes par jour, et si leur traitement est opéré sans triage, et exécuté dans les 24 heures au plus de leur apport....	Poussières, fumées, odeurs, danger des mouches.	2
	2° En tout autre cas	Poussières, fumées, odeurs, danger des mouches.	1

Nous voyons donc, pour que l'usine d'incinération reste dans la 2e classe, que le décret spécifie formellement qu'il ne doit pas y avoir de triage ; le chiffonnage dont nous avons signalé les graves inconvénients, se trouve ainsi interdit d'avance.

Chapitre XIII

DESCRIPTION TYPE D'UNE USINE D'INCINÉRATION VILLE DE TOULOUSE

La construction de cette usine a été décidée par la Municipalité de Toulouse le 7 avril 1926. Les formalités nécessaires pour l'autorisation de construire (les ordures ménagères sont classées aux établissements dangereux et insalubres, 2e catégorie) ont été données par autorisation préfectorale du 26 août 1926.

Les travaux ont été confiés à la Société Sépia, et achevés au début de 1928.

La mise en exploitation industrielle date du 18 juillet 1928.

Nous avons choisi comme type de description cette usine parce qu'elle nous a paru le mieux rentrer dans le cadre hygiénique fixé par les prescriptions administratives et que d'autre part c'est une des dernières en date conçue et exécutée par l'industrie française.

L'usine est construite sur un terrain appartenant à la ville de Toulouse, en bordure de la Garonne, et sur l'avenue du Parc Toulousain.

Cette usine a été exécutée dans un style moderne, en béton armé et remplissage en briques rouges. La cour de l'usine est entièrement pavée, les joints sont cimentés et le niveau est au-dessus des plus fortes crues de la Garonne.

Les voitures de la collecte déversent les ordures dans la salle de réception et de manutention des ordures, salle entièrement close.

La fosse à ordures, fermée par des rideaux métalliques, a une capacité de 200 mètres cubes environ.

Deux ponts roulants électriques à bennes preneuses automatiques prennent les ordures dans cette fosse, les déversent dans les trémies d'alimentation des fours. Toutes les manœuvres de ces ponts sont commandées électriquement de l'extérieur de la salle de manutention, de sorte que le mécanicien des ponts n'est jamais en contact avec les gadoues.

Salle des fours. — L'incinération des ordures s'effectue dans deux groupes de trois fours brevetés « Sapia » à grille mobile et à chargement continu par wis d'Archimède. Chaque groupe incinère 100 tonnes d'ordures en 24 heures; la capacité totale d'incinération de l'usine est donc de 200 tonnes par jour.

L'air nécessaire à la combustion des ordures est soufflé sous les grilles au moyen de deux groupes moto-ventilateurs électriques spécialement conçus à cet effet.

Production d'énergie. — A chaque batterie de fours sont accouplés une chaudière et son économiseur. Ces appareils établis spécialement pour être

chauffés par des gaz poussiéreux sont à faisceaux de tubes d'eau sous ballons inférieurs et à longs parcours verticaux, ce qui évite les dépôts de poussières sur les tubes et facilite le ramonage de celles-ci et leur accumulation dans les trémies d'évacuation tout en rendant leur arrêt plus efficace, grâce aux variations brusques des vitesses du flux gazeux.

Les fumées refroidies à 150° environ sont encore épurés dans les pulvocapteurs, puis rejetées à 30 m. au-dessus du sol par des cheminées à tirage mécanique.

La vapeur produite est utilisée dans deux turbo-alternateurs de 500 kilowatts chacun, avec condensation par surface.

Ces machines fournissent du courant triphasé (380 volts, 50 périodes). L'eau de réfrigération est puisée dans la Garonne : le captage peut débiter 500 mètres cubes d'eau à l'heure.

Un poste de transformation de 1.000 kws relève la tension à 13.500 volts pour permettre le couplage de l'usine avec le réseau urbain.

Toutes les manœuvres électriques sont commandées d'un tableau général de distribution placé dans la salle des machines.

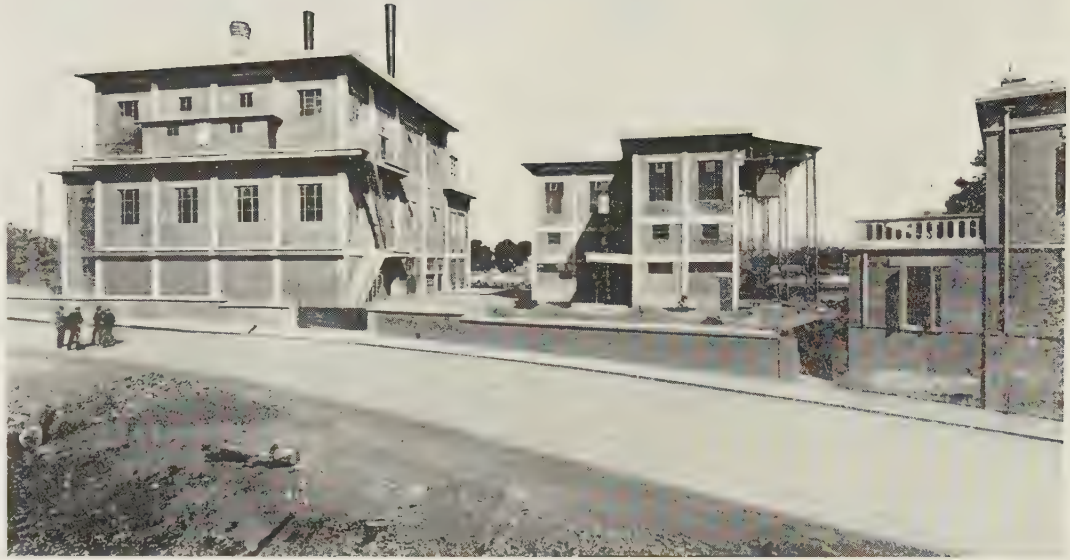
Cendres. — Les cendres arrêtées, soit dans les chambres de combustion, qui font suite aux foyers, soit dans la traversée des générateurs, soit enfin dans les pulvocapteurs, sont évacuées par des conduits verticaux dans des wagonnets au niveau du sol, emmenés pour déversement au parc à mâchefer.

Ces opérations sont, bien entendu, effectuées

Usine de Toulouse
Salle de réception des gadoues

Usine de Toulouse
Cabine de manœuvre des ponts roulants

Usine de Toulouse
La salle des Fours



Usine de Toulouse
Vue Générale

pendant le fonctionnement des foyers qui est ainsi ininterrompu.

Evacuation des mâchefers. — Les mâchefers incandescents, défournés automatiquement des fours, tombent dans un concasseur à cylindres dentés où ils sont broyés et éteints.

Ce concasseur est monté sur un chariot qui se déplace sur une voie placée devant les couloirs d'évacuation des mâchefers. Ce chariot est mû électriquement et automatiquement d'un poste de commande placé sur le plancher de chauffe, un système de signalisation électrique permet de contrôler sa position sous les fours.

Les mâchefers concassés tombent dans des wagonnets qui sont conduits à l'atelier de broyage.

Une cheminée d'aération de vingt mètres de hauteur évacue dans l'atmosphère les vapeurs et les fines poussières provenant de l'extinction et du concassage des mâchefers.

L'habitabilité de la galerie d'évacuation des mâchefers est ainsi réalisée dans les meilleures conditions d'hygiène.

Atelier de broyage des mâchefers. — Les wagonnets de mâchefers sont déversés dans la trémie d'alimentation d'un broyeur à cylindres dentés. Un élévateur reprend le produit broyé et le jette dans un trommel-cribleur ; les mâchefers criblés passent dans un second broyeur à cylindres lisses qui parachève le broyage aux dimensions voulues pour les fabrications ultérieures. Un séparateur magnétique

élimine les ferrailles libérées au cours des opérations du broyage.

Les mâchefers broyés sont déversés par une courroie transporteuse dans une fosse, à l'extérieur.

Un moteur électrique actionne toute cette installation. Un groupe convertisseur rotatif électrique fournit le courant continu nécessaire aux électro-aimants du trieur magnétique.

Parc de stockage des mâchefers. — Les mâchefers broyés sont pris dans la fosse ci-dessus par la benne preneuse d'un treuil électrique monorail et mis en tas pendant le temps nécessaire à leur extinction complète.

Ce parc peut recevoir mille tonnes de mâchefers environ.

Briqueterie. — Les mâchefers éteints sont amenés à la briqueterie ; ils sont additionnés de chaux en proportion convenable ; le mélange est mouillé et malaxé, puis conduit vers les presses à briques et à agglomérés. Toutes ces opérations sont faites par des machines automatiques très perfectionnées.

La presse à briques peut produire à l'heure 1.500 briques de dimensions 250×105×60 millimètres.

La presse à agglomérés peut produire à l'heure 120 moellons de dimensions 25×50×20 centimètres.

L'ensemble des installations est mû à l'électricité.

Enfin, toutes dispositions sont prises pour satisfaire pleinement aux lois et règlements actuellement en vigueur pour la protection et l'hygiène des ouvriers.

L'inspection d'une telle usine ne permet de relever aucune incommodité pour le personnel de service, ni pour le voisinage de l'installation, par suite de fumées, poussières, odeurs, cendres folles, etc.

L'organisation intérieure est telle que l'on est frappé de la propreté irréprochable de toute l'installation, propreté comparable à celle d'une centrale électrique.

Aussi pareille installation peut-elle être proposée en exemple et servir de modèle aux autres villes.

RESUME

De l'avis des hygiénistes, et d'après les vœux des plus récents Congrès d'Hygiène urbaine, il résulte que dans l'état actuel de la technique sanitaire, l'incinération constitue l'unique solution à laquelle les villes puissent recourir pour résoudre le problème de la destruction des immondices.

Il convenait donc d'étudier les appareils susceptibles de détruire par le feu une matière de composition aussi disparate que les gadoues, dans les meilleures conditions hygiéniques, non seulement pour la cité, mais aussi pour les ouvriers de l'installation et en satisfaisant par surcroît aux exigences économiques.

Nous avons vu que les inventeurs français avaient résolu ce double problème ; que, tant à Paris qu'en province et à l'étranger, des usines de conception française fonctionnent depuis un temps suffisant pour que l'on puisse en apprécier la valeur ; on arrive à cette conclusion que l'usine d'incinération bien conçue n'est pas une lourde charge pour le budget des villes, comme on l'entend prétendre à tort quelquefois.

Les procédés français d'incinération des ordures ménagères font donc honneur à notre industrie nationale, qui montre de la sorte qu'elle n'a rien à envier à ses concurrents étrangers.

Disposant ainsi d'une méthode sûre et d'un procédé efficace de destruction des ordures ménagères, il reste à faire l'éducation des populations. Comme le fait remarquer M. le Professeur Tanon (dans sa leçon d'ouverture du Cours d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris) c'est là un point très délicat, à propos duquel il faut à l'hygiéniste beaucoup de conviction et aussi beaucoup de diplomatie. On ne heurte pas de front des coutumes anciennes, des habitudes et des préjugés, mais on peut arriver à les transformer.

C'est afin d'essayer de contribuer à cet effort pour une modeste part que le présent travail a été entrepris.

La conviction est vite faite, et la diplomatie est aisée lorsqu'on a constaté, comme le fait remarquer M. Girard, inspecteur général du Nettoiement de la Ville de Paris, la revanche éclatante que l'industrie moderne a procuré à la chose immonde : elle était rejetée avec dégoût de nos maisons ; elle y revient fournissant des matériaux pour les construire, de la force motrice pour soulager la main-d'œuvre, et de la lumière électrique pour augmenter notre confort

CONCLUSIONS

1° L'hygiène exige la destruction rapide des ordures ménagères.

2° Dans l'état actuel de la technique sanitaire, l'incinération constitue la seule solution acceptable au point de vue de l'hygiène.

3° Cette solution n'entraîne d'ailleurs pas de dépenses excessives, si l'installation est judicieusement conçue.

4° Les procédés français d'incinération résolvent complètement le problème au triple point de vue : technique, hygiénique et économique. Ils se plient de plus à tous les cas, variables avec l'importance des agglomérations.

5° Il faut souhaiter que se généralise l'incinération des ordures ménagères.

Vu, *le Président de Thèse*, L. TANON.

Vu, *le Doyen de la Faculté de Médecine de Paris*, H. ROGER.

Vu et Permis d'imprimer,
Le Recteur
de l'Académie de Paris

Pour le Recteur
l'Inspecteur d'Académie
A. MACHELLET

BIBLIOGRAPHIE

Paul Adam : Etablissements classés. Traité d'hygiène de Chantemesse et Mosny, fascicule XII. Paris, 1910.

Paul Bernard, Ing. adjoint des Travaux publics de l'Etat : Les solutions modernes du problème des ordures ménagères. Paris, 1927.

Dr A. Bréchot : Collecte, transport, traitement des ordures ménagères. Incinérateurs. Paris, Maloine, 1924.

Bulletin de l'off. international d'hygiène publique, 1910.

Chapin : Municipal Sanitation in the United States. Providence, 1901.

Chérioux : Rapports au Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine. 6 juillet 1909, 14 fév. 1908, 28 fév. 1908.

The Collection and Despotal of Refus of the city of Boston. Engineering News, 10 fév. 1910.

Congrès de Strasboug. Où en est l'urbanisme ? 1923.

Dr Gourmont et *Rochaix* : Traité d'hygiène, 1925.

Damour : Etude chimique de la gadoue de Paris en 1908. Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, août, sept., oct., 1909.

Franklin : Conservateur à la bibliothèque Mazarin. La vie privée d'Autrefois.

L. Girard : Inspect. général des Travaux de nettoiement de la Ville de Paris : Le nettoiement de Paris. Conférence faite aux ingénieurs des Travaux Publics de Paris.

W. F. Goodrich : Refuse disposal and Power Destruction. Londres, 1904.

Grébauval : Rapport au conseil général de la Seine. Paris, 1910.

V. Jos. Böhm : Zeitsch. f. Fleisch und Milch hygiène, 1909.

A. Joulot : Ing. civil des Mines. Compte rendu de visite à l'usine d'incin. de Zurich, 27 juill. 1928.

— La centrale à ordures ménagères de Tours. « Chaleur et Industrie », mars 1929.

Kern : Traitement des ordures ménagères. Revue d'hygiène, 1902.

— Revue d'hygiène et de police sanitaire, 1910.

Dr Lamarque (de Bordeaux) : Le problème des ordures ménagères. *Liberté du Sud-Ouest*, 30 nov. 1928.

Lefeuvre : L'incinération industrielle des ordures ménagères. « Chaleur et Industrie », juin 1922.

M. Maisonnier, Conseiller municipal de la Ville de Tours : Rapport de déc. 1923.

Maurecourt : Le journal l'*Engrais*. Paris, 1910.

Mazerolles : Rapport au Préfet de la Seine. Paris, 1920.

Dr R. Neveu : La collecte des ordures ménagères dans les Grisons. Annales d'hygiène publique, août 1927.

Paris et Carmignac : Rapport au Conseil municipal de Paris et au Conseil général de la Seine. Paris, 1909.

Dr Pottevin : Annales de l'Institut Pasteur, 1907.

— Les ordures ménagères. Traité d'hygiène de Chantemesse et Mosny, fascicule XV, 1911.

Razous : L'incinération des ordures ménagères. *Le Génie Civil*, janv. 1922.

Revue d'hygiène. Août 1910.

Revue municipale de la ville de Nancy, 1909.

Dr Rochaix et *Mazerolles* : Rapport au Congrès d'hygiène de Strasbourg, 1925.

Prof. Tanon : L'orientation de l'hygiène moderne. Leçon d'ouverture du Cours d'hygiène, Paris, 1928.

— Précis d'hygiène générale. Maloine. Paris, 1929.

La technique des travaux. Revue mensuelle. Un incinérateur d'immeuble, juillet 1927.

Thiesing : Neuere Erfahrungen auf dem Gebrete der Müllbeseitigung. Berlin, 1908.

H. Thompson-Lyon : The Surveyor and municipal and Country Engineer, sept. 1910.

Léandre Vaillat, Architecte : Les problèmes du Paris nouveau. Illustration, mars, avril 1927.

Vincey, Ingénieur agronome : Projet de régime nouveau pour les ordures ménagères, Paris, 1901.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos. 13
Introduction 15

PREMIERE PARTIE

Chap. Ier. — Définition 17
Chap. II. — Les ordures ménagères dans l'histoire 20
Chap. III. — Composition des ordures ménagères 24
Chap. IV. — La collecte 27
L'incinérateur ménager 36

DEUXIEME PARTIE

Chap. Ier. — La transformation des ordures ménagères 39
Chap. II. — Mise au dépôt 41
Chap. III. — Le jet à la mer 43
Chap. IV. — L'utilisation agricole 45
Chap. V. — Traitement des gadoues par la vapeur avec extraction des graisses 54
Chap. VI. — Incinération à basse température-gazogène 56

TROISIEME PARTIE

Chap. Ier. — L'incinération des ordures ménagères. 59
Chap. II. — Généralités sur les usines d'incinération 62
Chap. III. — Mode de chargement des fours. . . . 67
Chap. IV. — Décrassage des fours. 71
Chap. V. — Four Alexis Godillot. 73

Chap. VI. — Four Fichet-Heurtey 75
Chap. VII. — Four Birault 77
Chap. VIII. — Four Boussange 79
Chap. IX. — Four Sepia 82
Chap. X. — Four Bréchot 90
Chap. XI. — Utilisation des sous-produits de l'incinération 96
Chap. XII. — Législation concernant les usines d'incinération 100
Chap. XIII. — Description type d'une usine : ville de Toulouse 102
Résumé 109
Conclusions 111
Bibliographie 113